

Utfodring med kompakt fullfoder

- Effekter på mjölkors beteende, tidsbudget och mjölkproduktion

Feeding a compact total mixed ration to dairy cows

- Effects on behavior, time budget and milk production

Ulrica Robertsson



Utfodring med kompakt fullfoder – effekter på mjölkors beteende, tidsbudget och mjölkproduktion

Feeding a compact total mixed ration to dairy cows – effects on behavior, time budget and milk production

Ulrica Robertsson

Handledare: Mikaela Lindberg

Institution: SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Bitr handledare: Cecilia Kronqvist

Institution: SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Examinator: Eva Spörndly

Institution: SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: A2E

Kurstitel: Examensarbete i husdjursvetenskap

Kurskod: EX0552

Program: Agronomprogrammet - husdjur

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2018

Omslagsbild: Ulrica Robertsson

Serienamn / delnummer: Examensarbete / SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård no 642

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Sociala interaktioner, välfärd, konkurrens, vila, ättid, ståendetid, sortering, partikelstorlek, torrsubstans, mjölkavkastning, foderberedning

Keywords: Social interactions, welfare, competition, rest, feeding time, standing time, sorting, particle size, dry matter, milk yield, feed mixing

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Sammanfattning

Kompakt fullfoder (C-TMR) är ett nytt sätt att blanda fullfoder. Vid foderberedningen blandas kraftfoder och vatten med avsikt att göra foderblandningen homogen så att korna inte kan sortera ut enskilda foderpartiklar. Det här examensarbetet behandlar ett utfodringsförsök där C-TMR jämfördes med traditionellt blandat fullfoder (TMR) i syfte att ta reda på hur mjölkorns beteende vid foderbordet, deras tidsbudget och mjölkproduktion påverkas av utfodring med C-TMR. I försöket ingick 40 kor i mittlaktation som delades upp i två grupper. Den ena gruppen utfodrades med TMR och den andra gruppen med C-TMR på ett foderbord under tre veckor. Därefter bytte grupperna foderbehandling med varandra och utfodrades med dessa på samma sätt i tre veckor. TMR och C-TMR bestod av samma gräs-och klöverensilage och kraftfoder (förhållande 60:40 på torrsubstansbasis enligt riktlinjerna för ekologisk produktion). Skillnaden mellan foderblandningarna var att vatten tillsattes till C-TMR, torrsubstansen (ts) i C-TMR var 37 % medan den i TMR varierade mellan 47 % och 52 %. Under försöket genomfördes direktobservationer av kornas sorteringsbeteende och aggressiva interaktioner vid foderbordet, kartläggning av kornas tidsbudget genom "scan sampling", undersökning av foderblandningarnas partikelfördelning i en "Penn State Particle Separator" och registrering av kornas mjölkproduktion. När observationerna analyserades visade det sig att korna utförde en lägre frekvens av sorteringsbeteenden när de utfodrades med C-TMR jämfört med utfodring av TMR. Foderblandning C-TMR bestod vid utfodring i medeltal av 6 % långa partiklar (>19 mm), 64 % medellånga (19-8 mm) och 30 % korta partiklar (<8mm), medan motsvarande partikelfördelning för TMR var 31 %, 34 % och 34 % (mätt i färskvikt). Det förekom ett lägre antal aggressiva interaktioner mellan kor då de utfodrades med C-TMR jämfört med TMR. Korna som åt C-TMR ägnade längre tid åt att vila och befann sig kortare tid stående inaktiva i foderavdelningen än vid TMR-utfodring. Ingen skillnad i mjölkproduktion kunde påvisas mellan behandlingarna. Den lägre frekvensen av sorteringsbeteenden i C-TMR kan bero på att korna hade svårare att sortera ut enskilda partiklar då C-TMR-blandningen bestod av både en lägre andel långa partiklar och en lägre ts-halt än TMR. Att förekomsten av antalet aggressiva interaktioner var lägre, liksom den kortare ståendetiden i foderavdelningen vid utfodring av C-TMR, tyder på att konkurrensen om fodret var lägre när korna utfodrades med C-TMR jämfört med TMR. C-TMR verkade ha en positiv effekt på kornas tidsbudget då de ägnade mer tid till att vila i jämförelse med TMR. Försöksresultaten pekar på att C-TMR ökar tillgängligheten till foder för alla kor i gruppen, vilket kan bidra till en lättare tillvaro för enskilda kor som därmed har chans att öka sitt foderintag. Till följd av det är det möjligt att en långsiktig användning av C-TMR kan innebära en potential till en högre mjölkproduktion överlag i besättningar där tillgången till foderbordet är en begränsande faktor för ranglåga kor.

Abstract

A compact total mixed ration (C-TMR) is a new feeding concept. In the mixing process water is added to the concentrate to make the mix homogenous. Thus, it becomes impossible for the cows to sort different particles out of the mix. The aim of this master thesis is to examine how feeding a C-TMR affects cow behavior, such as feed sorting and aggressive interactions at the feed bunk, compared with feeding a traditional total mixed ration (TMR). Also the milk production has been investigated. In the study 40 mid-lactation dairy cows were divided in two treatment groups, each group fed with C-TMR and TMR respectively for three weeks. Then the groups changed treatment for another three weeks. The same grass-clover silage and concentrate were used to both C-TMR and TMR in 60:40 ratio (dry matter basis) according to the regulations for organic production. In the C-TMR water was added, and the dry matter (DM) content differed between treatments; 37 % in C-TMR and 47 % to 52 % in TMR. Observations of feed sorting behavior and aggressive interactions were performed at the feed bunk during the experiment and the cows' time budgets were scanned. A Penn State Particle Separator was used to examine the mean particle distribution of C-TMR and TMR. The analysis showed that there were 6 % long particles (>19 mm), 64 % of middle length (19-8 mm) and 30 % short particles (<8 mm) in C-TMR on fresh weight basis at feeding, and corresponding fractions for TMR amounted to 31 %, 34 % and 34%, respectively. The cows showed less sorting behavior and aggressive interactions when they were fed with C-TMR compared to feeding with TMR. The time spent resting was longer with C-TMR than TMR, and the cows spent less time standing in the feeding area during C-TMR feeding compared with TMR feeding. No difference in milk production was detected between treatments. The lower frequency of sorting behavior can be explained by the difficulty for the cows to sort different particles when C-TMR contained both of a lower percentage of long particles and a lower DM content. The competition for feed can be considered higher in TMR-feeding since the occurrence of aggressive interactions and standing time in the feeding area were lower in C-TMR. Cows' time budget seemed to be positively affected by feeding C-TMR where they used more of their time for resting than when they were given the TMR treatment. The results from this study suggest that C-TMR improves feed availability for all cows in the group and thereby enhances the welfare and feed intake for individual cows. From these findings it is possible that C-TMR can contribute to a higher milk production in the herd in a long-term perspective, as it may contribute to higher intakes in cases where access to the feed table is a limiting factor.

Innehållsförteckning

Introduktion	1
Syfte och hypotes	1
Litteraturstudie	2
Foderbeteende	2
Fullfoder	2
Sortering	3
<i>Sorteringens påverkan på produktionen</i>	3
Utfodringsfrekvens	4
Sociala interaktioner	4
<i>Konkurrens</i>	5
Tidsbudget	5
<i>Vilotid</i>	5
<i>Ättid</i>	6
<i>Ståendetid</i>	7
<i>Idissling</i>	7
Kompakt fullfoder	8
<i>Blandningsprocess</i>	8
<i>Foderblandningens torrsustanshalt</i>	8
<i>Potentiella fördelar</i>	9
Material och metod	10
Försöksperiod	10
Komaterial	10
Inhysning och skötselrutiner	10
Utfodring	11
<i>Foderblandningarna</i>	12
Försöksobservationer och datainsamling	13
<i>Aggressiva interaktioner och sorteringsbeteende</i>	13
<i>Tidsbudget</i>	13
<i>Foderblandningarnas partikelfördelning</i>	13
<i>Mjölmängd och provmjölkning</i>	14
<i>Hullbedömning och kroppsvikt</i>	14
Statistisk analys	14
Resultat	15
Sorteringsbeteende	15
Foderblandningarnas partikelfördelning	16
Aggressiva interaktioner	17

Tidsbudget.....	18
Mjölmängd och mjölksammansättning	19
Hull och vikt.....	19
Diskussion	20
Sorteringsbeteende och partikelfördelning.....	20
Aggressiva interaktioner.....	22
Tidsbudget.....	22
Mjölproduktion och hull.....	24
Praktiska implikationer av utfodring med C-TMR.....	25
Slutsats	27
Litteraturförteckning	28
Bilaga 1: Planritning över lösdriiferna	32
Bilaga 2: Etogram.....	33
2.1 Aggressiva interaktioner.....	33
2.2 Sorteringsbeteende	33
2.3 Tidsbudget.....	34
Bilaga 3: Hullvärderingsschema	35

Introduktion

För att en mjölkko ska kunna hålla en hög produktionsnivå är det av största vikt att hon får i sig tillräckligt med näringsämnen via det foder hon äter. I ett tidigt laktationsstadium bör en högproducerande mjölkko äta cirka 25 kg torrsbstans (ts) högkvalitativt foder per dygn för att få i sig den näring hon behöver (Krizsan, 2017). Under en 24-timmarsperiod ägnar en ko i lösdrift mellan tre till fem timmar åt att äta, fördelat på 9-14 besök till foderbordets ätplatser (Grant & Albright, 2001). Korns ätbeteende och därmed storleken av hennes foderintag påverkas inte bara av tillgång till foder, vatten och utrymme vid foderbordet, utan också av fodrets smältbarhet samt av gruppens sociala hierarki och uppkomsten av konkurrenssituationer i samband med utfodring (Grant & Albright, 2001; Huzzey *et al.*, 2006). När nytt foder distribueras till foderbordet ökar kornas ätaktivitet mätt i antal kor som står vid en ätplats (De Vries & von Keyserlingk, 2005). Om belägningsgraden i lösdriften är hög tilltar konkurrensen om ätplatserna. Fler kor riskerar bli stående utan möjlighet att ta sig fram till en ätplats och graden av aggressiva interaktioner ökar (Huzzey *et al.*, 2006).

Fullfoder (TMR), en foderblandning där kraftfodret blandas ihop med grovfodret, är en vanligt förekommande utfodringsstrategi till mjölkkor. Att blanda fodermedlen ska göra det svårare för korna att sortera ut de mest smakliga partiklarna, men det händer att sortering ändå sker (Leonardi & Armentano, 2003). Vid sortering innebär det att alla kor inte får samma foderblandning, utan de högrankade korna som äter först får i sig de mest näringsrika partiklarna medan de lågrankade korna som tvingas vänta får äta de fiberrika resterna som sorterats ut (Leonardi & Armentano, 2003; Huzzey *et al.*, 2006).

En ny metod där kraftfodret blötläggs innan grovfodret tillsätts och blandas till ett så kallat kompakt fullfoder (C-TMR) har börjat praktiserats i bland annat Danmark. Fullfoderblandningen liknar då mer en tjock gröt och det sägs vara omöjligt för korna att sortera ut enskilda partiklar ur den. Då ingen sortering görs är det möjligt för korna att reducera ättiden vilket ger dem mer tid till att exempelvis ligga ned och vila. Att foderblandningens sammansättning inte förändras över tid innebär troligen att konkurrensen mellan korna inte blir lika stor då alla kor ges lika villkor att äta samma foderblandning oavsett om de är hög- eller lågrankade. Detta förmodas ha positiva effekter på korns hälsa och välfärd, liksom på deras mjölkproduktion (Kristensen, 2014). Hur utfodring med C-TMR påverkar kornas beteende och tillvaro jämfört med om de utfodras med TMR har dock inte fastställts vetenskapligt.

Syfte och hypotes

Syftet med den här studien var att undersöka hur utfodring med C-TMR påverkar mjölkorns beteende vid foderbordet, deras tidsbudget och produktionsresultat, i jämförelse med utfodring med traditionellt blandad TMR. Hypotesen var att kor som utfodras med C-TMR ägnar kortare tid åt att äta och längre tid att vila, att de i lägre grad sorterar fodret samt att det förekommer färre konkurrenssituationer mellan kor i samband med utfodring och foderintag jämfört med kor som utfodras med TMR.

Litteraturstudie

Foderbeteende

Kor har ett välutvecklat smaksinne och därmed har fodrets smaklighet en stor inverkan på foderintaget (Albright, 1993). Genom smaksinnet och tidigare erfarenheter kan kon känna igen olika slags foderpartiklar och välja ut vad hon vill äta (Provenza & Balph, 1987). Ju näringsrikare foderpartiklarna är desto högre smaklighet har de generellt. Om enskilda foderpartiklars smak kan urskiljas ur foderblandningen använder kon selektionsförmågan för att skilja på näringsrika och mindre näringsrika partiklar och därmed kan hon äta de partiklar som hon föredrar (Provenza & Balph, 1987; Forbes & Kyriazakis 1995).

Fullfoder

Ett fullfoder är en foderblandning där grovfoder och kraftfoder, liksom andra eventuella fodermedel som till exempel mineraler och salt, har blandats samman. Det innebär att alla fodermedel kon behöver utfodras på en och samma gång i fri tillgång (Coppock, 1977). Fullfoder kallas på engelska "total mixed ration" och förkortas vanligen TMR.

Tanken med att utfodra fullfoder är att varje tugga korna tar ska innehålla en balanserad mängd näringsämnen. Det ska då motverka risken för våmstörningar som kan uppkomma vid ett ojämnt foderintag vad gäller fördelningen mellan grovfoder och kraftfoder (Coppock, 1977). Det är i huvudsak grovfodrets långa partiklar som ger fodret struktur och tillgodoser kons behov av fiber (neutral detergent fibre; NDF) som behövs för att fermentationen i våmmen ska fungera. Kraftfoder har oftast mindre partikelstorlek och högre innehåll av stärkelse än grovfoder, vilket gör det mer lättfermenterat och passerar snabbare genom våmmen (Sjaastad *et al.*, 2010).

För att ta reda på om fullfoderblandningen innehåller lagom mängd små och stora foderpartiklar kan en partikelseparator användas. En Penn State Particle Separator (PSPS) består av två till tre såll, som vart och ett har en viss hålstorlek, som placeras ovanpå varandra. Sållet med störst hål sätts högst upp och det med minst hål längst ned. På det översta sållet läggs sedan ett foderprov från foderblandningen, varvid sållen skakas enligt en särskild procedur (Heinrichs & Kononoff, 2002). Foderblandningens partiklar delar sig då i olika fraktioner beroende på deras storlek. Långa partiklar samlas i det översta sållet, medan mindre partiklar faller genom sållets hål och hamnar på nivå nummer två, eller nivå tre om de är riktigt små. Det rekommenderas att en fullfoderblandning till högproducerande kor har ett innehåll av två till åtta procent långa partiklar som stannar på det översta sållet, 30-50 procent medelstora partiklar som hamnar i det mittersta sållet och mellan 30-70 procent korta partiklar som efter skakning hamnar på botten av partikelseparatorn (Heinrichs & Kononoff, 2002). Vilken partikelfördelning som är mest optimal för att generera en hög mjölkproduktion kan dock skilja sig beroende på vilka typer av fodermedel som ingår i fullfoderblandningen (Caccamo *et al.*, 2014).

Sortering

Om blandningen av torra fodermedel i en fullfoderblandare är otillräcklig händer det att fodermedel av olika densitet separeras. Det bildas då två skikt där korta tunga partiklar som exempelvis kraftfoder lägger sig längst ned och lätta långa partiklar hamnar högst upp i den foderhög som distribueras ut till foderbordet (Schingoethe, 2017). Kor föredrar generellt att äta korta, finare foderpartiklar framför långa och grova (Leonardi & Armentano, 2003; DeVries *et al.*, 2008). Ett typiskt sorteringsbeteende kännetecknas av att kon knuffar undan foder med mulen för att komma åt att äta finare partiklar med tungan (Leonardi & Armentano, 2003; Hulsén, 2015). Det bildas då gropar i fodret. I en studie av Leonardi och Armentano (2003) där kor utfodrades med sex olika fullfoderblandningar påvisades att korna sorterade bort längre partiklar av den storlek som bildar fraktionerna $>26,90 - 8,98$ mm vid skakning i en partikelseparator (Wisconsin particle size separator) för att istället äta de finare partiklarna (fraktion $<8,97$ mm) i blandningen.

Om sortering sker innebär det att det foder som korna faktiskt äter skiljer sig från den beräknade foderstaten. DeVries *et al.* (2008) fann att kor som i hög grad sorterar bort långa partiklar (fraktion >19 mm i PSPS), som normalt har ett högt innehåll av NDF, och väljer att äta en stor andel fina partiklar (fraktion $<1,18$ mm) har lägre pH i våmmen. Det som händer när korna utför ett sådant beteende där foderintaget består av en stor mängd lättfermenterade kolhydrater i förhållande till NDF-intaget är att pH i våmmen sjunker. Om det blir alltför lågt ($<5,5$) kan kon drabbas av våmacidos (Sjaastad *et al.*, 2010). Störst risk att drabbas löper kor i tidig laktation som snabbt ökar sitt foderintag och samtidigt ställer om från en grovfoderrik foderstat till en foderstat med högre andel kraftfoder (DeVries *et al.*, 2008). I sammanhanget bör även nämnas att de kor i studien som utsattes för en utfodring som medförde lågt våm-pH uppvisade ett förändrat sorteringsbeteende, de valde i högre grad att äta långa partiklar gentemot korta och fina. Korna tycktes alltså kunna kompensera för pH-sänkningen genom att förändra sitt sorteringsbeteende.

Ju längre tid som går efter utfodring desto mer tid har korna möjlighet att sortera i foderblandningen. Det medför att näringsinnehållet i fodergivan som ligger på foderbordet förändras över tid, NDF-innehållet i fodret ökar ju längre tid som går efter senaste utfodring (DeVries *et al.*, 2005; Endres & Espejo, 2010). De kor i besättningen som äter sist kommer därmed inte äta samma fodersammansättning som de korna som åt först.

En faktor som har effekt på kornas sorteringsbeteende är fullfoderblandningens ts-halt. I fullfoderblandningar som har hög ts-halt har sorteringen av olika partikelfraktioner setts öka jämfört med om blandningen haft en lägre ts (Endres & Espejo, 2010; Fish & DeVries, 2012). Vid en undersökning av management kring utfodring av fullfoder på 50 gårdar med lösdrift i Minnesota visade det sig att NDF-innehållet i foderrester var större ju högre ts-halt foderblandningen hade (Endres & Espejo, 2010), vilket kan härledas till att korna har lättare att sortera ut partiklar med högt NDF-innehåll i torrare foderblandningar.

Sorteringens påverkan på produktionen

Sortering kan även ha en inverkan på mjölkproduktion och mjölksammansättning. En tendens till lägre fettinnehåll i mjölken har setts hos kor som sorterar bort fodrets långa partiklar

(DeVries *et al.*, 2011), medan fetthalten ökar hos kor som i högre grad äter även de långa partiklarna (Miller-Cushon & DeVries, 2017). En observationsstudie över 22 kanadensiska mjölkgårdar med lösdrift som utfodrade TMR utfördes av Sova *et al.* (2013). Ett intressant resultat därifrån visade att mjölkproduktionen sjönk med cirka ett kg 4 % fettkorrigerad mjölk (FCM) per ko och dag när sorteringen mot långa partiklar på gruppnivå ökade med två procentenheter. En minskad sortering mot långa partiklar gav en högre fettavkastning i mjölken mätt i kilogram (kg) fett, men däremot inte vad gäller fettavkastning i procent.

Utfodringsfrekvens

Att ge ett helt dygns foder giva på en och samma gång kan anses arbets- och tidsbesparande (Gustafsson, 2009). Men att utfodra en gång per dygn kan ge oönskade effekter på kornas foderbeteende och våmhälsa. Försök har visat att utfodring med fullfoder en gång per dygn leder till ökad sortering jämfört med utfodring två gånger per dygn (DeVries *et al.*, 2005). Även Endres och Espejo (2010) kunde påvisa högre frekvens av sortering vid ett utfodringstillfälle jämfört med två eller tre tillfällen per dygn genom bedömning av foderresternas NDF-innehåll. Att utfodra vid fler än ett tillfälle per dygn har också setts påverka våm-pH positivt genom att det hålls på en jämn nivå över dygnet (Shabi *et al.*, 1999), troligen på grund av att korna har ett jämnare foderintag om de utfodras vid flera tillfällen (DeVries *et al.*, 2005; Mäntysaari *et al.*, 2006).

Samtidigt kan en hög utfodringsfrekvens leda till en mer pressad tidsbudget för korna. Försöksresultat från Mattachini *et al.* (2017) visar att en ökad utfodringsfrekvens från två gånger per dygn till tre gånger per dygn medförde att korna stod upp längre tid per dygn. När Mäntysaari *et al.* (2006) jämförde kornas beteende vid utfodring en gång respektive fem gånger per dygn fann de att korna låg ner signifikant kortare tid då utfodring skedde fem gånger per dygn. DeVries *et al.* (2005) kunde däremot inte se något sådant samband, deras resultat pekar på att kornas liggtid inte förändrades vid ökad utfodringsfrekvens. De kunde dock se att den ökade utfodringsfrekvensen ledde till att korna förlängde sin ättid med i genomsnitt 10 minuter per dygn. I en studie av Hart *et al.* (2014) jämfördes foderbeteende och produktivitet hos kor som utfodrades en, två eller tre gånger per dygn. De påvisade att gruppen som utfodrades vid tre tillfällen hade högre foderintag jämfört med om korna utfodrades en eller två gånger, däremot hade den gruppen inte längre ättid. Inga skillnader vad gäller mjölkproduktion kunde konstateras mellan de olika behandlingarna.

Sociala interaktioner

Kor är sociala djur som naturligt lever i grupp. Gruppen karaktäriseras av en rangordning där vissa kor har hög rang och är dominanta medan andra har låg rang och är underordnade. För att upprätthålla rangordningen kan dominanta kor bevaka sin resurs genom att utföra aggressiva interaktioner mot de lågrankade korna (Tucker, 2009).

När mjölkkor hålls i lösdrift bör varje ko ses som en egen individ i en grupp av kor. Försök har visat att vissa individuella kors motivation att arbeta sig fram till foder är starkare än hos andra

individer i gruppen (Lindström, 2000). Denna drivkraft kan förklaras av skillnader i olika individers temperament. Vissa individer är mer tävlingsinriktade och interagerar i högre grad på ett aggressivt sätt i en konkurrenssituation (Gibbons *et al.*, 2009). En vanligt förekommande konkurrenssituation i en lösdrift är i samband med utfodring och foderintag (Grant & Albright, 2001). När nytt foder distribueras stiger ätaktiviteten då många kor lockas fram till foderbordet på grund av det nya fodret (DeVries & von Keyserlingk, 2005). Detta kan leda till ökad konkurrens om ätplatserna, särskilt om beläggningsgraden i lösdriften är hög (Olofsson, 1999; Huzzey *et al.*, 2006). Vid hög beläggningsgrad stiger konkurrensen om fodret vilket ökar antalet aggressiva interaktioner, främst genom att lågrankade kor trängs undan av mer dominanta högrankade kor (Huzzey *et al.*, 2006). I Sverige tillåts tre kor per ätplats vid utfodring *ad libitum* enligt Jordbruksverkets föreskrifter (SJVFS, 2017:24 8§).

Konkurrens

I ett försök av Olofsson (1999) jämfördes foderbeteende beroende på rangordning i en grupp på åtta stycken kor då antalet ätplatser minskades från en per ko till 0,25 per ko. Kartläggning av kornas rangordning gjordes genom att ge korna ett individuellt dominansvärde utifrån observationer av antalet aggressiva interaktioner. Resultaten visade att när konkurrensen om ätplatserna ökade hade kor med högt dominansvärde längre ättid och åt i högre grad på de mest eftertraktade tidpunkterna, det vill säga i anslutning till utfodring. Kor med lågt dominansvärde hade förutom signifikant kortare ättid även en längre stående tid. När ätplatserna blev färre sågs dessutom en förändring i beteende hos de lågrankade korna, de valde då i högre grad att äta på natten. I likhet med Huzzey *et al.* (2006) kunde Olofsson påvisa fler aggressiva interaktioner såsom förflyttningar (displacements) när konkurrensen om ätplatserna ökade.

Tidsbudget

De aktiviteter en ko ägnar sig åt under dygnets 24 timmar kan beskrivas som kons tidsbudget (Gomez & Cook, 2010). I tidsbudgeten sammanställs antalet timmar som kon spenderar på respektive aktivitet som exempelvis vila, foderintag, idissling och sociala interaktioner. Det beteende som korna prioriterar högst, det vill säga spenderar flest antal timmar på, är att ligga ner. Därefter kommer foderintag följt av social kontakt (Munksgaard *et al.*, 2005). Tidsbudgeten påverkas av faktorer i kons närmiljö som till exempel lösdriftens utformning vad gäller kotrafik (Ketelaar-de Lauwere *et al.*, 2000), antal liggbås (Fregonesi *et al.*, 2007) och fodrets tillgänglighet (Munksgaard *et al.*, 2005), samt vilka skötselrutiner som tillämpas (DeVries & von Keyserlingk, 2005). Dessutom har laktationsstadiet betydelse för hur kon fördelar sin tid på de olika aktiviteterna, en ko i tidig laktation som har ett högt energibehov spenderar längre tid på att äta (Friggens *et al.*, 1998) och kortare tid på att ligga ner än vad en ko gör senare i laktationen (Munksgaard *et al.*, 2005; Ternman, 2014).

Vilotid

Om kon själv får välja vill hon ligga ner i totalt 12-13 timmar per dygn (Jensen *et al.*, 2005; Munksgaard *et al.*, 2005). Under den tiden befinner sig kon i olika tillstånd som kan beskrivas som vaket, sovande eller dåsande, som är någonting i mellan att vara vaken och att sova, samt ägnar sig åt idissling. Hur lång tid kon sover när hon ligger ned är svårt att fastställa av att

enbart titta på hennes kroppsposition vid beteendeobservationer (Ternman, 2014). Vid elektrofysiologisk mätning som registrerade kornas hjärnaktivitet kunde kornas sömn kartläggas under ett helt kalvningsintervall. Man fann då att korna sov som minst 88 minuter per dygn, vilket inföll i laktationsvecka två, medan de sov som längst, 137 minuter per dygn, under senare delen av sinperioden. Den totala vilotiden då kon låg ned var under dessa två perioder 592 minuter respektive 709 minuter per dygn (Ternman, 2014).

När Gomez och Cook (2010) kartlade tidsbudgeten hos 205 kor i lösdrift genom kontinuerlig videoregistrering under ett dygn fann de att korna låg ner i liggbås med gummimatta i genomsnitt 11,5 timmar per dygn, fördelat på 14,4 liggstillfällen som varade i snitt 1,0 timmar åt gången. I en annan studie av Ito *et al.* (2009) användes elektroniska dataloggers för att registrera vilobeteende över fem dygn hos 2033 kor på 43 kanadensiska gårdar med lösdrift. Resultatet visade att korna låg ner 11,0 timmar per dygn fördelat på 9 liggstillfällen som i genomsnitt var 88 minuter långa.

Hur korna fördelar sin vilotid över dygnet påverkas av management kring mjölkning och utfodring (DeVries & von Keyserlingk, 2005). Vilotiden kan variera stort från ko till ko inom samma besättning (Ito *et al.*, 2009), vilket tros bero på belägningsgraden i lösdriften och kons sociala status (Galindo & Broom, 2000; Fregonesi *et al.*, 2007). Laktationsstadiet har också setts ha betydelse för hur lång tid kon ägnar sig åt att ligga ner och vila. Vilotiden tenderar att vara kortare i tidig laktation för att sen öka under laktationsperioden (Ternman, 2014). Även ben- och klövhälsan har inverkan på liggbeteendet hos individuella kor. Om kon har svårt att lägga sig ned på grund av liggbåsets utformning i kombination med dålig klövhälsa minskar vilotiden då kon väljer att stå upp i högre utsträckning (Gomez & Cook, 2010).

Ättid

En mjölkko med en kroppsvikt på 700 kg har i ett tidigt laktationsstadium ett dagligt energibehov som uppgår till 340 megajoule (MJ) omsättbar energi (OE) samt ett proteinbehov som uppgår till 2588 gram (g) beräknat i AAT (aminosyror absorberade i tunntarmen) om hennes dygnsproduktion är 50 kg energikorrigerad mjölk (ECM) (Spörndly, 2003). För att tillfredsställa energibehovet bör en sådan ko äta 25 kg ts per dygn av en foderblandning som innehåller 13,6 MJ OE per kg ts och 103,5 g AAT/kg ts. Under en 24 timmars period ägnar kon mellan tre till fem timmar åt att äta, fördelat på 9-14 ättillfällen (Grant & Albright, 2001). I ett försök av Munksgaard *et al.* (2005) studerades kornas ätbeteende då de hade fri tillgång till foder under en längre (23 h) respektive kortare (12 h) tidsperiod. Resultaten visar att det inte fanns någon signifikant skillnad i kornas foderintag mellan de två perioderna. Förklaringen till att foderintaget inte sjönk i samma takt som den tillgängliga ättiden var att korna kompenserade den kortare ättiden genom att öka äthastigheten mätt i kg foder per minut. Den var signifikant högre då korna endast hade tillgång till foder i 12 timmar.

Något som setts påverka ättiden är graden av sortering. Om korna i hög grad sorterar bort långa partiklar tar de längre tid på sig vid foderbordet, vilket nödvändigtvis inte behöver leda till ett högre foderintag, snarare tvärtom då ättiden setts öka ju större mängd långa partiklar (>19 mm) som lämnas kvar på foderbordet (Greter & DeVries, 2011).

Det har påvisats en skillnad i ätbeteende mellan äldre kor och förstakalvare (Azizi *et al.*, 2010; Gomez & Cook, 2010). Azizi *et al.* (2010) observerade att förstakalvare gör signifikant fler besök vid foderbordet per dygn än vad äldre kor i tredje laktation och uppåt gör. Förstakalvarna hade längre ättid per dygn men samtidigt inte ett högre foderintag än en äldre ko då de åt mindre per ättillfälle. Även Gomez och Cook (2010) fann i sin studie att förstakalvare hade signifikant längre ättid än kor med laktationsnummer tre och högre. Kor med laktationsnummer ett spenderade i genomsnitt 25,2 minuter längre tid vid foderbordet. Att foderintaget är lägre hos en yngre ko och att hon äter mindre portioner per ättillfälle jämfört med en äldre kan delvis förklaras fysiologiskt. En yngre ko har en mindre våmvolym och därmed en lägre ätkapacitet (Dado & Allen, 1994), liksom lägre äthastighet jämfört med en äldre ko (Dado & Allen, 1994; Bowman *et al.*, 2003). Men ett lägre foderintag hos förstakalvare kan också bero på att de har svårare att konkurrera om fodret med äldre dominanta kor. I ett försök jämfördes förstakalvares beteende beroende på om de gick i en grupp för sig eller tillsammans med äldre kor. Det visade sig då att när förstakalvare hölls i en egen grupp ökade deras foderintag, liksom deras mjölkproduktion (Konggaard & Krohn, 1978 i Grant & Albright, 2001).

Ståendetid

Att kor står i gångarna kan bero på att de är på väg att förflytta sig mellan lösdriftens olika avdelningar, för att socialisera med andra kor (Gomez & Cook, 2011) eller för att uppsöka kyla i en situation då temperaturen är hög i lösdriften (Mattachini *et al.*, 2017). I studien av Gomez och Cook (2010) ägnade korna 2,5 timmar per dygn åt att stå i gångarna, inklusive dricktid.

I ett försök av Huzzey *et al.* (2006) undersöktes hur olika beläggningsgrad påverkade kornas ståendetid i samband med utfodring. Där påvisades att ju högre konkurrensen blev om ätplatserna, desto mer ökade den tid då kor blev inaktivt stående i fodergången. Denna effekt var särskilt tydlig under den närmsta timmen efter utfodring då aktiviteten vid foderbordet var som högst. Som en konsekvens av den ökade inaktiva ståendetiden spenderade korna signifikant mindre tid på att äta.

Idissling

Mjölkkor har ett naturligt behov av att idissla, det vill säga stöta upp och tugga fodret flera gånger för att finfördela foderpartiklarna (Sjaastad *et al.*, 2010) vilket de gör sammanlagt runt sju till tio timmar per dygn (Grant & Albright, 2001). En ko kan antingen stå upp eller ligga ned samtidigt som hon idisslar (Tucker, 2009). Hur länge en ko idisslar per dygn beror på hennes foderintag (Dado & Allen, 1994) och fodrets struktur vad gäller fiber och långstråiga partiklar (Sjaastad *et al.*, 2010; Nilsson, 2017). En kort idisslingstid kan vara en indikation på att fodrets fiberinnehåll är för lågt (Hulsen, 2015).

Vid Ternmans (2014) kartläggning av kors vilobeteende påvisades att idissling huvudsakligen skedde i liggande position, medan den tid som idissling skedde stående varierade stort mellan olika individer. Korna i studien ägnade signifikant längre tid åt idissling under natten än vad de gjorde under dagen. Den längsta idisslingstiden (573 minuter per dygn) uppmättes under laktationsvecka sju då kornas mjölkproduktion var som högst. Den kortaste idisslingstiden (458 minuter per dygn) inträffade under senare delen av sintiden.

Kompakt fullfoder

Grundtanken med ett kompakt fullfoder är att genom en särskild blandningsprocess där vätska tillsätts göra fullfoderblandningen omöjlig för korna att sortera ur. Det innebär att foderblandningens sammansättning inte förändras över tid, vilket ska säkerställa att alla kor i gruppen har tillgång till samma foderblandning oavsett tidpunkt de besöker foderbordet. Kompakt fullfoder sägs av den anledningen påverka kornas foderbeteende genom att de inte är lika ivriga att gå fram till foderbordet när nytt foder distribueras. Därigenom minskar konkurrensen om foder mellan kor i samband med foderintag. Även kornas tidsbudget har setts påverkas då de får mer tid till att ligga ned och vila när de utfodras med kompakt fullfoder istället för traditionellt blandat fullfoder (Kristensen, 2014).

Blandningsprocess

Målsättningen är att utfodra en homogen fullfoderblandning med 36-38 % ts där kraftfodrets partiklar är så väl inblandade i grovfodret att korna inte kan sortera ut dem. För att lyckas med det föreslår Kristensen (2014) följande blandningsprocess där blandningen av kompakt fullfoder i vertikal- eller horisontell mixer kan delas upp i tre faser:

- 1) "soaking phase" där torra kraftfoderråvaror som till exempel spannmål och trindsäd stöps genom att det blandas med vatten i mixern. Kraftfodret absorberar då vattnet vilket gör att det löses upp och kan fästa vid grovfodrets partiklar. Tiden för stöpning bör vara minst en timme, men beroende på fodermedlets absorptionsförmåga kan längre tid behövas.
- 2) "structuring phase" är den fas då grovfoder som exempelvis gräs-och klöverensilage läggs i mixern. Det är grovfodret som utgör skelettet av den kompakta fullfoderblandningen och det ska bära med sig alla näringsämnen som blandas i mixern. Blandningen under strukturfasen bör pågå i 15-20 minuter så att grovfodrets partiklar finfördelas och alla stöpta foderpartiklar blandas in i dessa.
- 3) "final phase" består av ytterligare blandning i 15-20 minuter. Om majsensilage används blandas detta i under den tiden. Om endast gräs-och klöverensilage används kan den totala mängden delas upp i två delar. Hälften läggs i mixern under strukturfasen och den andra halvan under sista fasen för att få en stegvis mixning.

Hur mycket vatten som behöver tillsättas beror på ensilagens ts-halt och vilka fodermedel som ingår i blandningen. Generellt ger en för liten mängd tillsatt vatten större problem än en för stor mängd vatten (Kristensen, 2014).

Foderblandningens torrsubstanshalt

Då kompakt fullfoder är en relativ ny utfodringsstrategi finns det begränsad vetenskaplig forskning kring hur det påverkar kornas beteende och produktion. Men det har gjorts en del försök där torra och blöta foderblandningar jämförts varvid resultaten därifrån till viss del kan appliceras på kompakt fullfoder.

Leonardi *et al.* (2005) undersökte om tillsats av vatten (25 % av foderblandningens ts-vikt) i en fullfoderblandning bestående av hö, lusernensilage och kraftfoder kunde minska sorteringsgraden och öka NDF-intaget. Den blöta fullfoderblandningen, vars ts-halt var 65 %, jämfördes med en torr fullfoderblandning (80 % ts) som innehöll samma ingredienser men där

inget vatten blandades i. Med hjälp av en partikelseparator kunde fodrets partikelsammansättning och sorteringsgrad bestämmas. Man såg då att foderblandningarna skiljde sig åt vad gäller partikelsammansättning såtillvida att de minsta partiklarna klistrades fast vid de större i den blöta foderblandningen. Korna sorterade ut långa partiklar och konsumerade hellre kortare partiklar oavsett vilken av foderblandningarna de utfodrades med. Graden av sortering var dock signifikant högre i den torra foderblandningen, både vad gäller kornas vägran att äta långa partiklar (fraktion 26,9 – 8,98 mm i Wisconsin particle size separator) och preferens för att i större utsträckning äta korta partiklar (fraktion <1,65 mm). Ingen skillnad vad gäller foderintag mätt i kg ts per dag kunde påvisas mellan foderblandningarna. Men då korna som åt den blöta foderblandningen sorterade mindre fick de i sig en högre koncentration av NDF jämfört med de kor som åt den torra foderblandningen (22,6 % respektive 21,7 % NDF, foderblandningarnas ursprungliga NDF-koncentration var 24,3 %). I försöket kunde inga skillnader i mängd producerad mjölk påvisas, men det kunde ses en tendens till högre fetthalt i mjölken vid utfodring av den blöta foderblandningen.

En annan studie (Felton & DeVries, 2010) jämförde tre olika fullfoderblandningar baserade på majsensilage, lusernhusilage och kraftfoder. Ts-halten var 44, 51 respektive 56 %, med tillsats av vatten i de två blötaste blandningarna. Resultatet blev här tvärtemot studien av Leonardi *et al.* (2005). Här ökade kornas sortering av långa foderpartiklar (>19 mm) ju lägre ts-halt blandningen hade. Några skillnader i mjölkproduktion kunde inte konstateras.

Den allmänna rekommendationen är att fullfoderblandningar bör ha en ts-halt mellan 45 och 60 % för att optimera kornas foderintag och minimera risken för att sortering kan ske (Schingoethe, 2017).

Potentiella fördelar

I Danmark har gårdar som gått över till kompakt fullfoder höjt mjölkproduktionen med ungefär 500 kg ECM per ko och laktation under en tvåårsperiod, jämfört med gårdar som inte implementerat konceptet fullt ut (Kristensen, 2014).

En av fördelarna med kompakt fullfoder är att utfodring kan göras mer sällan då foderblandningens sammansättning hålls konstant över tid (Kristensen, 2014), vilket inte bara kan vara arbetsbesparande, utan också har potential att påverka kornas produktion och hälsa positivt. Vid utfodring av en TMR i fri tillgång varannan dag istället för en gång per dag noterades det en högre mjölkproduktion hos de kor som utfodrades varannan dag (Phillips & Rind, 2001). Författarna till den studien förklarar den högre produktionen med att korna som utfodrades varannan dag uppvisade ett lugnare beteende där de ägnade mer tid åt att ligga ner och idissla samt till affiliativa beteenden som att putsa sig. Dessa kor visade också lägre frekvens av aggressivt beteende.

Det är möjligt att ett utfodringskoncept med kompakt fullfoder kan leda till en sådan situation där kornas beteende och aktiviteter inte styrs av utfodringen på samma sätt som det riskerar att göra annars (DeVries & von Keyserlingk, 2005). Inför det försök som det här examensarbetet behandlar var hypotesen att utfodring med kompakt fullfoder skulle ha påverkan på kornas tidsbudget såtillvida att de ägnade kortare tid åt att äta och längre tid till att vila jämfört med om de utfodrades med traditionellt blandat fullfoder. Dessutom förmodades kompakt fullfoder

innebära att korna inte skulle sortera fodret i lika hög grad och att konkurrensen om fodret därmed skulle minska, vilket skulle resultera i en lägre frekvens av aggressiva interaktioner mellan kor i foderavdelningen, i jämförelse med om korna utfodrades med traditionellt fullfoder.

Material och metod

Försöksperiod

Försöket genomfördes på Lövsta nötstall vid Nationellt forskningscentrum för lantbrukets djur, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. Det varade i totalt sex veckor från den 16:e oktober till och med den 26:e november 2017. Försöket var utformat som ett change-over försök uppdelat i två försöksperioder om tre veckor vardera. De två första veckorna i varje försöksperiod användes som inväpningsperiod då korna anpassades till foderbehandlingarna. Under den tredje veckan i varje försöksperiod skedde observationer och datainsamling, vilket benämns som mätperiod ett respektive två.

Komaterial

I försöket ingick 40 mjölkkor av raserna SRB (Svensk röd och vit boskap) och SH (Svensk Holstein). Vid försökets början var korna 106 ± 26 dagar in i laktationen och avkastade i genomsnitt 38,4 kg mjölk per dygn. Korna var indelade i block med avseende på laktationsstadium och laktationsnummer och de fördelades därefter slumpmässigt ut i två grupper om 20 stycken i varje grupp. Grupperna komponerades så att fördelningen mellan ras och ålder var så lika som möjligt, vilket innebar att det fanns 14 SRB och sex SH i varje grupp. Det fanns sju respektive sex stycken förstakalvare i de två grupperna, resten av korna hade laktationsnummer två till och med fem.

Försökskorna var inhysta tillsammans med andra kor som inte deltog i försöket. Totalt fanns 61 kor i försöksavdelning K2 (varav 13 stycken hade separat liggbåsavdelning) och 59 kor i försöksavdelning K3. Grupperna i försöksavdelningarna hölls så stabila som möjligt vad gäller in- och utflyttning av icke försökskor.

Under försöket märktes korna genom att deras individuella försöksnummer klipptes på länden och färglades med märkkrita. Dessutom ikläddes korna ett färgat halsband för att markera deras grupptillhörighet.

Inhysning och skötselrutiner

De båda försöksgrupperna inhystes i varsin lösdriftsavdelning (för ritning se bilaga 1) med liggbås klädda med gummimattor som ströddes med kutterspån. Liggbåsavdelningarna bestod av två skrapgångar med motstående rader av liggbås. Totalt fanns 49 (+13) liggbås i försöksavdelning K2 och 64 liggbås i försöksavdelning K3. Förflyttning från liggbåsavdelning till foderavdelning skedde via en smal gång där korna passerade genom envägsgrindar. Foderbordet vars ätfront bestod av låsbara grindar hade 32 platser tillgängliga i vardera

försöksavdelning. I foderavdelningen fanns sju vattenkoppar i K2 respektive åtta vattenkoppar i K3. Passering från foderavdelning till liggbåsavdelning skedde även den via envägsgrind. I gruppernas liggbåsavdelning fanns en respektive två roterande borstar placerade.

Alla kor mjölkades i en automatiskt roterande karusell (DeLaval AMR™, DeLaval, Tumba) med 24 platser. Korna hämtades manuellt till mjölkning två gånger per dygn, gruppen i K3 cirka kl. 06.00 och 16.00 och gruppen i K2 cirka kl. 07.00 och 17.00. Korna återvände till foderavdelningen i respektive försöksavdelning varefter de blivit mjölkade.

Utfodring

Korna utfodrades med antingen en traditionell fullfoderblandning (TMR) eller en kompakt fullfoderblandning (C-TMR). Båda foderblandningarna bestod av samma ensilage (för näringsinnehåll se tabell 1) och kraftfoder (tabell 2). Kraftfodret bestod av krossade pellets vars ingående ingredienser (tabell 3) valts för att passa i ekologisk produktion. Alla ingredienser var dock inte ekologiskt producerade. I C-TMR tillsattes vatten vid blandningen.

TMR blandades i fem minuter i en stationär mixer med en vertikal skruv (DeLaval, Tumba). Blandningen av ensilaget till C-TMR skedde först i en traktordragen mixervagn försedd med knivar (Premium 14 m³, Siloking, Tittmoning, Tyskland) under 60 minuter. Därefter distribuerades ensilaget till den stationära mixern där kraftfoder och vatten tillsattes, varpå 20 minuters ytterligare blandning skedde. Foderblandningarna distribuerades till foderbordet med bandfoderfördelare två gånger per dygn. Korna utfodrades *ad libitum* där den huvudsakliga fodergivan lades ut på morgonen medan korna i de båda grupperna mjölkades (kl. 7.00 respektive kl. 8.00). En kompletterande fodergiva lades ut under eftermiddagsmjölkningen (kl. 16.30 respektive kl. 18.30). Foderbordet sopades rent på rester på morgonen innan utfodring. Under försöket sattes en längsgående skiva upp i mitten av foderbordet för att de två olika foderblandningarna inte skulle beblandas.

Tabell 1. Sammanställning av det utfodrade ensilagets näringsinnehåll under försöksperioden, presenterat som g/kg torrsbstans (ts) om inte annat angivits

	Ensilage (2:a skörd 2017)
Ts-halt (%)	41
Energi (MJ OE/kg ts)	10,7
Råprotein (g/kg ts)	165
NDF (g/kg ts)	452
iNDF (g/kg ts)	160
Ca (g/kg ts)	8,2
P (g/kg ts)	2,2
Mg (g/kg ts)	2,3
K (g/kg ts)	27,3

Tabell 2. Sammanställning av ingredienser och hur stor andel av dessa som ingick i det utfodrade kraftfodret SLU Sund Viol producerat av Lantmännen

Ingrediens ¹	Andel (%) ¹
Vete	37,3
Havre	28,0
Sojaexpeller KRAV	14,1
Vetekli	10,4
Sojaböna rostad KRAV	7,0
Kalk	1,3
Betmelass	1,0
Stensalt	0,7
Vitaminer och mineraler	0,25
Magnesiumoxid	0,06

¹ Uppgifter från tillverkare

Tabell 3. Näringsinnehåll i det utfodrade kraftfodret SLU Sund Viol presenterat som g/kg torrs substans (ts) om inte annat angivits (uppgifter från tillverkaren)

	SLU Sund Viol
Ts-halt (%)	88
Energi (MJ OE/kg ts)	13,4*
Råprotein (g/kg ts)	193
NDF (g/kg ts)	211
Råfett (g/kg ts)	6,2
Aska (g/kg ts)	6,1
Stärkelse (g/kg ts)	37,3
Ca (g/kg ts)	6,8
P (g/kg ts)	5,1
Mg (g/kg ts)	3,4
K (g/kg ts)	10,4

*Beräknat värde enligt Jordbruksverket

Foderblandningarna

De båda foderblandningarna innehöll ensilage, kraftfoder i form av krossad pellets, salt (50 g/ko och dygn), samt vatten i C-TMR. Proportionen ensilage:kraftfoder som eftersträvades var 60:40 räknat på ts-basis, för att uppfylla regelverket för ekologisk mjölkproduktion (KRAV, 2018). Under försöket gjordes bestämningar av ensilagens ts-halt två gånger i veckan och utifrån dem justerades foderblandningarnas recept. Torrs substansen i ensilaget varierade mellan 39 % och 43 % under mätperioderna.

I C-TMR tillsattes vatten tills foderblandningen uppnådde en ts-halt på 37 %. TMR-blandningens ts-halt varierade mellan 48 % och 52 % under försöket. Ett exempel på ingående mängder ensilage, kraftfoder och vatten kan ses i tabell 4. Andelen rester beräknades uppgå till cirka 10 procent av de utfodrade mängderna.

Tabell 4. Exempel på recept till foderblandningarna C-TMR och TMR. De ingående mängderna har beräknats utifrån ts-halt 41 % i ensilaget och 88 % i kraftfodret

	C-TMR		TMR	
	Kg ts	Kg foder	Kg ts	Kg foder
Ensilage	600	1463	600	1463
Kraftfoder	400	455	400	455
Vatten		800		
Ts-halt blandning	37 %		52 %	

Försöksobservationer och datainsamling

Under mätperioderna genomfördes observationer av kornas aggressiva interaktioner i samband med utfodring, sorteringsbeteende samt tidsbudget. Dessutom samlades foder in för analys för bedömning av sorteringsgrad med hjälp av partikelseparator. Insamling av data över mjölmängd, mjölksammansättning och kroppsvikt genomfördes också. Under försöket bedömdes kornas hull vid tre tillfällen.

Aggressiva interaktioner och sorteringsbeteende

Undersökning av förekomsten av aggressiva interaktioner i samband med foderintag där försökskor antingen var aktör eller mottagare av aggressionen utfördes genom direkt beteendesampling (Martin & Bateson, 2007). Vid observationerna, som varade i 60 minuter, registrerades relevanta beteenden (se etogram bilaga 2.1) kontinuerligt 0-1 timme efter utfodring samt 2-3 timmar efter utfodring i de båda grupperna. Under varje mätperiod genomfördes observationerna vid två tillfällen, alla utförda efter utfodring på morgonen.

Samtidigt som observationerna av aggressiva interaktioner gjordes, genomfördes också observationer av kornas ätbeteende vad gäller sortering av foder. När en försöksko utförde något av de beteenden som finns med i etogrammet (bilaga 2.2) registrerades detta kontinuerligt enligt samma metod som finns beskriven ovan. Alla beteendeobservationer genomfördes av samma observatör.

Tidsbudget

Försökskornas aktiviteter under ett dygn i respektive mätperiod kartlades genom scan sampling (Martin & Bateson, 2007). Direkta observationer registrerades momentant var tionde minut under tiden 05.00 till 22.00 medan observationer med samma registreringsintervall genomfördes via inspelad videofilm (Samsung SNF-8010VM) mellan klockslagen 22.10 och 04.50. Fyra kameror per avdelning var placerade ovanför foderbordets skrapgång och liggbåsen, vilket täckte in hela avdelningen där korna befann sig. Anledningen till att två olika metoder användes var att det inte fanns möjlighet att videofilma under dagtid, men videofilm kunde användas under dygnets nattliga timmar vilket underlättade arbetsbelastningen för observatören.

Vilka aktiviteter som registrerades kan ses i bilaga 2.3. En av aktiviteterna, "idisslar", utförde korna samtidigt som någon av de andra aktiviteterna. Därför registrerades alltid idissling tillsammans med en annan aktivitet, till exempel vila. Vid analys av resultaten räknades tiden för vissa liknande aktiviteter samman till en tid för "total vila", "total idissling", respektive "total ståendetid" (se resultatsektionens avsnitt om tidsbudget). De aktiviteter som inkluderas i "total vila" är vila och vila + idissla. I "total idissling" ingår vila + idissla, stå i liggbås + idissla, stå i gång + idissla och stå i gång foderavdelning + idissla. De aktiviteter som räknas samman i "total ståendetid" är stå i liggbås, stå i liggbås + idissla, stå i gång, stå i gång + idissla, stå i gång foderavdelning och stå i gång foderavdelning + idissla.

Foderblandningarnas partikelfördelning

Hur foderblandningarnas partiklar av olika storlek fördelade sig undersöktes med hjälp av en partikelseparator (Penn State Particle Separator) som innehöll två stycken såll (19 mm och 8

mm) och en bottenplatta. Foderpartiklarna delades därmed i sammanlagt tre olika fraktioner beroende på storlek. Insamling av foder från foderbordet skedde vid fyra olika tillfällen: vid utfodring på morgonen, tre timmar efter utfodring, sex timmar efter utfodring samt från de rester som fanns kvar på foderbordet efter natten. Från varje tillfälle skakades tre foderprov om 250 gram TMR respektive 260 gram C-TMR i partikelseparatorn. Efter skakning vägdes foderfraktionen från varje nivå. Därefter slogs de tre proven från respektive nivå samman och vägdes igen. Från den vikten kunde sedan den procentuella fördelningen av långa, medellånga och korta foderpartiklar beräknas.

Mjölmängd och provmjölkning

Kornas mjölkproduktion mätt i kilogram (kg) mjölk per dygn registrerades automatiskt vid varje mjölkning och samlades in från morgon- och eftermiddagsmjölkningarna under respektive mätperiods sju dagar. Under mätperiod ett genomfördes provmjölkning under totalt fyra på varandra följande mjölkningar (morgon 1/11, kväll 1/11, morgon 2/11 och kväll 2/11). Detsamma gjordes under mätperiod två (morgon 21/11, kväll 21/11, morgon 22/11 och kväll 22/11). Halterna av fett, protein, laktos och ts i mjölken analyserades vid laboratoriet på HUV, SLU med ett Combiscope FTIR 300 (Delta Instruments, Nederländerna). Mängden energikorrigerad mjölk (ECM) beräknades med följande ekvation: $\text{kg ECM} = 0,01 * \text{kg mjölk} + 12,2 * \text{kg fett} + 7,7 * \text{kg protein} + 5,3 * \text{kg laktos}$ (Sjaunja *et al.*, 1990).

Hullbedömning och kroppsvikt

Alla försökskor hullbedömdes efter Genos hullvärderingsschema (bilaga 3) vid tre tillfällen: veckan innan försöksstart, veckan efter första mätperioden och veckan efter andra mätperioden. Poängen från varje bedömningspunkt summerades och utifrån den beräknades en medelpoäng som anger kons totala hullpoäng vid varje bedömningstillfälle. Vid den statistiska analysen användes skillnaden i hullpoäng mellan hullbedömningstillfälle ett och två för att representera hullförändring under mätperiod ett, medan hullförändring i mätperiod två räknades fram genom att subtrahera hullpoängen vid bedömningstillfälle tre och två.

Under mätperioderna mättes kornas kroppsvikt genom automatisk vägning dagligen direkt efter mjölkning morgon och eftermiddag.

Statistisk analys

Den insamlade datan från försöket analyserades med det statistiska programmet Statistical Analysis Systems (SAS, version 9.4). Den analysprocedur som användes var Mixed Procedure, förutom till dataset hullbedömning och kroppsvikt då GLM Procedure användes.

I modellen för tidsbudget och mjölkproduktion ingick de fixa faktorerna block, mätperiod och behandling, samt konummer som slumpmässig faktor. För analys av sorteringsbeteende och aggressiva interaktioner ingick de fixa faktorerna mätperiod, behandling och tid efter utfodring. I modellen för skattning av skillnader i vikt och hull användes de fixa faktorerna ras, mätperiod och behandling. Interaktioner mellan de ingående faktorerna testades, men togs bort från modellen om de var icke-signifikanta.

I bedömningen av resultaten användes en tregradig skala med följande signifikansnivåer $P < 0,001$ (trestjärnig signifikans, markeras med ***) i tabellerna), $P < 0,01$ (tvåstjärnig signifikans, **) och $P < 0,05$ (enstjärnig signifikans, *). Gränsen för tendens till signifikans sattes till $P < 0,1$.

Resultat

Sorteringsbeteende

Den statistiska analysen visade att det förekom en signifikant högre frekvens av sorteringsbeteenden när korna utfodrades med TMR jämfört med C-TMR. De specifika sorteringsbeteenden som skiljde sig mellan behandlingarna var "att gräva" och "att äta underifrån". Det visade sig också förekomma mer sortering totalt sett i båda behandlingsgrupperna under mätperiod två jämfört med mätperiod ett. Vad gäller sorteringsbeteende i förhållande till tid efter utfodring kunde inga signifikanta skillnader påvisas. En sammanställning av frekvensen sorteringsbeteende mätt i antal beteenden per timme kan ses i tabell 5.

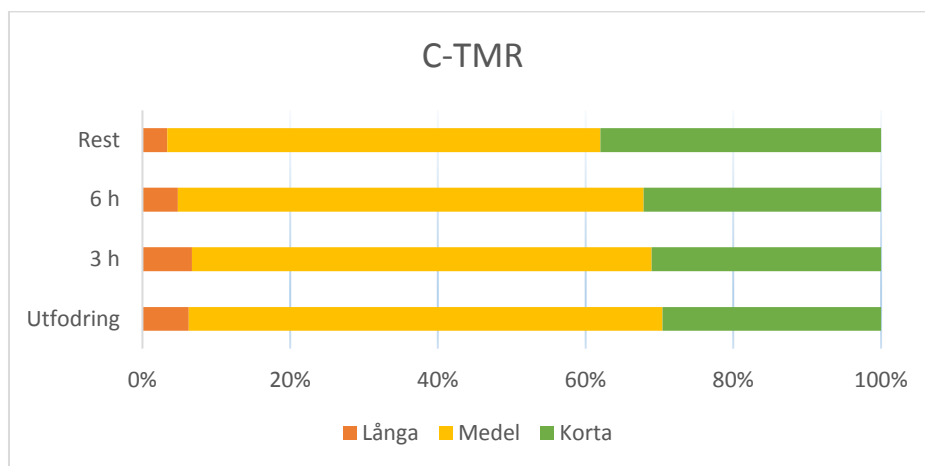
Tabell 5. Minstakvadratmedelvärden för sorteringsfrekvens mätt i antal uppvisade sorteringsbeteenden per timme (h) beroende på behandling, tid efter utfodring och mätperiod. Även medelfel (SE) och signifikansnivå¹ redovisas

	Behandling				Tid efter utfodring				Mätperiod			
	TMR	C-TMR	SE	Sign.	1 h	3 h	SE	Sign.	1	2	SE	Sign.
Totalantal sorteringsbeteenden (per timme)	42,6	16,9	4,74	**	31,4	28,1	4,74	Ej sign.	20,5	39,0	4,74	*
Gräver (antal/h)	23,4	6,8	3,40	**	16,4	13,8	3,40	Ej sign.				
Äter underifrån (antal/h)	10,1	1,0	1,13	***	5,4	5,8	1,13	Ej sign.	3,1	8,0	1,13	*
Äter i sidled (antal/h)	7,0	8,6	1,20	Ej sign.	8,3	7,4	1,20	Ej sign.	5,4	10,3	1,20	*
Kastar foder (antal/h)	2,1	0,5	0,67	Ej sign.	1,4	1,3	0,67	Ej sign.	1,0	1,6	0,67	Ej sign.

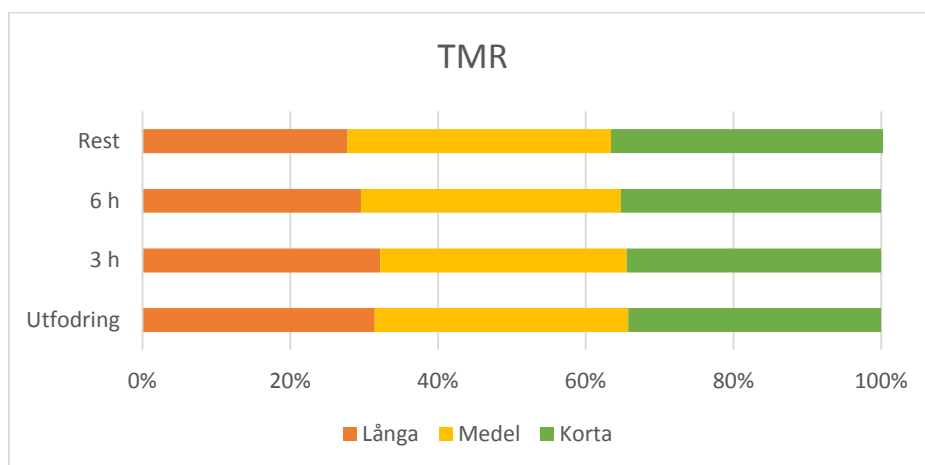
¹Gränser för signifikansnivåerna är: ***= $P < 0,001$, **= $P < 0,01$, *= $P < 0,05$, tendens= $P < 0,1$

Foderblandningarnas partikelfördelning

Undersökning av foderblandningarna i partikelseparator visade att C-TMR och TMR skiljde sig åt vad gäller fördelningen av foderpartiklar på de olika fraktionsnivåerna. Vid utfodring hade C-TMR i medeltal sex procent långa partiklar, 64 procent medellånga partiklar och 30 procent korta partiklar. TMR bestod vid utfodring av 31 procent långa partiklar, 34 procent medellånga och 34 procent korta partiklar. Förhållandet mellan de olika partikelfraktionerna hölls i stort sett konstant över tid i både C-TMR och TMR, se figur 1 respektive 2. Beräkningarna baserades på foderblandningarnas färskvikt.



Figur 1. Den procentuella fördelningen mellan långa (>19 mm), medellånga (19-8 mm) och korta (<8 mm) partiklar i färskvikt av foderblandning C-TMR vid utfodring, tre timmar och sex timmar efter utfodring samt i foderrester på morgonen.



Figur 2. Den procentuella fördelningen mellan långa (>19 mm), medellånga (19-8 mm) och korta (<8 mm) partiklar i färskvikt av foderblandning TMR vid utfodring, tre timmar och sex timmar efter utfodring samt i foderrester på morgonen.

Aggressiva interaktioner

När korna utfodrades med TMR kunde en signifikant högre frekvens av aggressiva interaktioner observeras, jämfört med då korna utfodrades med C-TMR. Antalet aggressiva interaktioner var högre den närmsta timmen efter utfodring jämfört med tre timmar efter utfodring. Inga signifikanta skillnader mellan de två mätperioderna förekom.

De aggressiva beteenden som skiljde sig signifikant mellan behandlingarna var ”att sänka huvudet” och ”att stånga”. Under den närmast påföljande timmen efter utfodring skedde signifikant fler interaktioner av typen ”att tränga sig”, samt fanns en tendens till fler situationer där kor interagerade genom ”att sänka huvudet”, jämfört med tre timmar senare. Resultatet av den statistiska analysen av antalet aggressiva interaktioner per timme beroende på behandling och tid efter utfodring redovisas i tabell 6.

Tabell 6. Minsta kvadratmedelvärden för antal aggressiva interaktioner per timme (h) beroende på behandling och tid efter utfodring. Även medelfel (SE) och signifikansnivå¹ redovisas

	Behandling				Tid efter utfodring			
	TMR	C-TMR	SE	Sign.	1 h	3 h	SE	Sign.
Totalantal aggressiva interaktioner (per timme)	14,8	8,5	1,20	**	14,6	8,6	1,20	**
Sänka huvudet (antal/h)	3,9	2,0	0,56	*	3,8	2,1	0,56	Tendens
Stånga (antal/h)	5,6	2,5	0,58	**	4,5	3,6	0,56	Ej sign.
Knuffa (antal/h)	1,5	1,5	0,64	Ej sign.	1,5	1,5	0,64	Ej sign.
Tränga sig (antal/h)	3,4	2,3	0,65	Ej sign.	4,5	1,1	0,65	**
Bulldoze (antal/h)	0,1	0,1	0,12	Ej sign.	0,3	0,0	0,12	Ej sign.
Blockera (antal/h)	0,1	0,0	0,09	Ej sign.	0,0	0,1	0,09	Ej sign.
Fight (antal/h)	0,1	0,1	0,13	Ej sign.	0,1	0,1	0,13	Ej sign.

¹ Gränser för signifikansnivåerna är: ***=P<0,001, **=P<0,01, *=P<0,05, tendens=P<0,1

Tidsbudget

I tabell 7 visas antal minuter per dygn som spenderades på respektive aktivitet beroende på behandling och mätperiod.

Tabell 7. Minsta kvadratmedelvärden för antal minuter (min) ägnade åt respektive aktivitet per dygn beroende på behandling och mätperiod. Även medelfel (SE) och signifikansnivå¹ redovisas

	Behandling				Mätperiod			
	TMR	C-TMR	SE	Sign.	1	2	SE	Sign.
Äta (min)	281,8	261,1	11,25	Ej sign.	285,8	257,1	11,25	*
Total vila (min)	657,6	695,2	18,78	Ej sign.	695,7	657,2	18,80	Tendens
Total idissling (min)	425,6	407,6	11,61	Tendens	413,3	419,8	11,60	Ej sign.
Total ståendetid (min)	317,4	309,2	15,09	Ej sign.	287,4	339,4	15,09	**
Vila (min)	361,1	406,1	13,98	**	390,6	376,6	13,98	Ej sign.
Vila + idissla (min)	296,6	289,1	12,83	Ej sign.	305,1	280,6	12,84	Ej sign.
Stå i liggbås (min)	77,1	78,3	6,29	Ej sign.	73,1	82,3	6,29	Ej sign.
Stå i liggbås + idissla (min)	111,4	92,7	10,49	Tendens	88,9	115,2	10,49	*
Stå i gång (min)	49,2	61,0	5,06	Tendens	47,2	63,0	5,06	*
Stå i gång + idissla (min)	9,6	15,9	2,56	*	9,1	16,4	2,56	*
Stå i gång foderavdelning (min)	62,2	51,7	5,73	*	58,9	54,9	5,73	Ej sign.
Stå i gång foderavdelning + idissla (min)	7,9	9,9	2,83	Ej sign.	10,2	7,7	2,83	Ej sign.
Dricka (min)	37,1	37,4	4,80	Ej sign.	38,4	36,1	4,80	Ej sign.
Mjölkning (min)	145,9	136,4	5,12	*	132,2	150,2	5,12	***

¹ Gränser för signifikansnivåerna är: ***=P<0,001, **=P<0,01, *=P<0,05, tendens=P<0,1

De aktiviteter som skiljde sig signifikant mellan behandlingsgrupperna var ”vila”, ”stå i gång + idissla”, ”stå i gång foderavdelning” och ”mjölkning”. Korna i försöket hämtades manuellt av stallpersonalen till mjölkning, varpå den redovisade tidsskillnaden för aktivitet ”mjölkning” bör ha stark påverkan av rådande skötselrutiner och av vilken stallpersonal som utförde arbetet. Dessa faktorer torde ha inverkan på resultaten både vad gäller behandling och mätperiod när det kommer till aktivitet ”mjölkning”.

Mjölmängd och mjölksammansättning

När det kommer till kornas mjölkproduktion kunde inga signifikanta skillnader mellan behandlingarna TMR och C-TMR konstateras. I tabell 8 nedan visas minsta kvadratmedelvärden för mjölmängd och mjölksammansättning såsom fett, protein, laktos, ts och celltal för de båda behandlingsgrupperna.

Tabell 8. Minsta kvadratmedelvärden för mjölmängd per ko och dygn i kg mjölk och kg energikorrigerad mjölk (ECM), samt mjölksammansättning uttryckt i kg och procent. Medelfel (SE) och signifikans för värdena redovisas

	TMR	C-TMR	SE	Signifikans
Mjölmängd, kg	33,4	32,9	0,78	0,10
ECM, kg	31,8	31,4	0,82	0,47
Fett, kg	1,22	1,21	0,04	0,92
Protein, kg	1,13	1,10	0,03	0,14
Laktos, kg	1,50	1,46	0,04	0,06
Fetthalt (%)	3,66	3,69	0,08	0,72
Proteinhalt (%)	3,39	3,36	0,04	0,56
Laktoshalt (%)	4,50	4,44	0,04	0,24
Torrsubstanshalt (%)	12,53	12,47	0,13	0,71
Celltal (x 10 ³ celler/ml)	29,8	32,2	1,14	0,48

Mellan mätperiod ett och två påvisades en signifikant minskning vad gäller mjölmängd uttryckt i kg mjölk såväl som kg ECM/dygn. Även fettavkastning i mängd och halt, mängd laktos och proteinhalt skiljde sig mellan de olika mätperioderna.

Hull och vikt

Vid försökets start var korna hullpoäng i medeltal 3,54. Korna av rasen SRB hade 3,67 i hullpoäng medan motsvarande siffra var 3,24 för SH-korna. Under försöket ökade SRB i hullpoäng medan den för SH minskade. Hullpoängen skiljde sig signifikant mellan de olika behandlingarna genom att korna som utfodrades med C-TMR ökade med 0,13 hullpoäng. Utfodring med TMR innebar en hullminskning med 0,19 poäng. Under mätperiod ett sjönk hullpoängen i de båda grupperna, för att sedan öka igen under mätperiod två. En sammanställning av hullförändringarna kan ses i tabell 9.

Tabell 9. *Hullpoängsförändring i medeltal mätt före och efter respektive behandling enligt Genos hullvärderingsschema. Medelfel (SE) och signifikansnivå¹ för ras, behandling och mätperiod redovisas*

	Hulldifferens (hullpoäng)	SE	Signifikansnivå
RAS		0,03	*
SRB	0,02		
SH	- 0,08		
BEHANDLING		0,03	***
TMR	- 0,19		
C-TMR	0,13		
MÄTPERIOD		0,03	***
1	- 0,27		
2	0,20		

¹ Gränser för signifikansnivåerna är: ***= $P < 0,001$, **= $P < 0,01$, *= $P < 0,05$, tendens= $P < 0,1$

Kornas medelvikt vid försökets början var 683 kg. Under försöket kunde ingen signifikant ökning eller minskning av vikten konstateras med avseende på ras. Däremot kunde en liten, men signifikant skillnad ($P=0,01$) i viktökning påvisas mellan de två behandlingsgrupperna. Korna som utfodrades med TMR ökade i medeltal med 11 kg medan de som åt C-TMR ökade med 4 kg i medeltal. Under mätperiod ett ökade kornas vikt i medeltal med 11 kg medan den under mätperiod två ökade med 3 kg, ($P=0,005$).

Diskussion

Sorteringsbeteende och partikelfördelning

Hypotesen om att utfodring med C-TMR skulle innebära en minskad sortering infriades om man tittar på hur korna betedde sig när de åt. Korna uppvisade i medeltal 16,9 sorteringsbeteenden per timme vid utfodring av foderblandning C-TMR, vilket var markant färre än de 42,6 sorteringsbeteenden per timme som visade sig förekomma vid utfodring av TMR. Vid direktobservationerna av kornas sorteringsbeteende kunde det ses en tydlig skillnad på hur korna betedde sig när de åt respektive foderblandning. Korna som åt TMR förde mulen fram och tillbaka i foderhögen – de grävde en grop. Därefter tog de en tugga i mitten av gropens vägg samtidigt som de slängde fram mulen så att foderhögen for upp en bit i luften. Förmodligen ramlade det då ner kraftfoderpartiklar i gropen. Korna kunde sen slicka i sig dessa från botten av den grävda gropen. Beteendena noterades som ”gräver” och ”äter underifrån” och kan kategoriseras som typiska sorteringsbeteenden (Leonardi & Armentano, 2003; Hulsén, 2015). Under dagens gång syntes tydliga gropar i fodret på flertalet ställen längs foderbordet. De var grävda ända ner till betongen på foderbordets botten.

Om man istället tittade på andra sidan foderbordet där C-TMR-blandningen låg syntes inga tydliga gropar utan fodret låg i ett jämnt lager längs hela foderbordet under dagens gång. Det beteende korna uppvisade när de åt C-TMR var att de la undersidan av mulen mot fodret och förde mulen i en liten cirkel, för att sen ta en tugga på det stället där de haft mulen. Korna verkade inte trycka ner mulen med kraft i fodret utan de tog tuggan högst upp på toppen, vilket tyder på att de inte valde ut några enskilda foderpartiklar (Hulsen, 2015).

Att korna använde olika strategier när de åt respektive foderblandning har förmodligen att göra med att TMR och C-TMR skiljde sig åt vad gäller torrs substans och partikelstorlek, vilket gjorde det olika lätt för korna att sortera ut enskilda partiklar. C-TMR hade en ts-halt på 37 % och andelen långa partiklar (>19 mm) var sex procent vid utfodring, medan ts-halten i TMR varierade mellan 47 och 52 %, och där det i medeltal var 31 % långa partiklar vid utfodring. Om man jämför partikelfördelningen vid utfodring i TMR och C-TMR med de rekommendationer som Heinrichs och Kononoff (2002) förespråkar hade TMR för hög (> 8 %) andel långa partiklar medan den i C-TMR var fördelaktig ur sorteringssynpunkt.

Påståendet om att korna får det svårare att sortera ut enskilda partiklar om fullfoderblandningen gjorts mer homogen genom tillsats av vatten styrks av tidigare studier där sortering av fullfoder jämförts vid en hög och en låg ts-halt (Leonardo *et al.*, 2005; Endres & Espejo, 2010; Fish & DeVries, 2012). Noterbart är att i dessa studier har ts-halten inte varit så låg som 37 % och andelen långa partiklar i de foderblandningar som jämförts har inte skiljt sig såpass stort som det gjorde mellan TMR och C-TMR. I en annan studie (Felton & DeVries, 2010) där tre fullfoderblandningar med något mer liknande ts-halt som i det här försöket undersöktes, ökade istället sorteringen av långa partiklar när fullfoderblandningens ts-halt sjönk från 56 % till 44 %. Kanske var de tre blandningarna för lika vad gäller partikelfördelning för att få effekt av att en lägre ts-halt bidrar till en mer homogen fullfoderblandning där små kraftfoderpartiklar fastnar vid de större grovfoderpartiklarna. I den studie som presenteras i det här examensarbetet användes olika blandningsmetoder vid foderberedningen och tillsats av vatten vilket medförde att det blev en markant skillnad på TMR och C-TMR, och därmed en effekt av både ts-halt och partikelfördelning på sorteringsbeteendet. En teori som föds ur det här resonemanget är att det inte räcker att tillsätta vatten till foderblandningen för att sorteringen ska minska, utan det krävs att den samtidigt har en låg andel långa partiklar.

Något som ytterligare hade kunnat stärka resultatet av minskad sortering vid utfodring av C-TMR jämfört med TMR är förändring av foderblandningarnas partikelfördelning över tid. Leonardo & Armentano (2003) fann i sin studie att andelen långa partiklar ökade ju längre tid som gick efter utfodring. I den här studien då foderprover tagna från foderbordet vid fyra olika tillfällen under dygnet analyserades med hjälp av partikelseparator erhöles ungefär samma fördelning av långa, medellånga och korta partiklar i respektive foderblandning oavsett tid efter utfodring. Det resultatet var förväntat vad gäller C-TMR-blandningen vars sammansättning sägs hållas konstant över tid (Kristensen, 2014). Frågan är varför andelen långa partiklar inte ökade över tid i TMR-blandningen då korna setts utföra ett mer omfattande sorteringsbeteende när de ätit av den, och det faktum att ju längre tid korna har på sig att äta en foderblandning desto större är risken att de sorterar (DeVries *et al.*, 2005; Endres & Espejo, 2010). Det hade varit intressant att analysera NDF- och stärkelseinnehållet i de olika foderproverna för att få reda på om det hade skiljt sig över tid. I så fall hade det kunnat bevisa om korna hade sorterat

ut de mindre smakliga NDF-rika foderpartiklarna och ätit de mer smakliga stärkelsrika foderpartiklarna, oavsett storlek på partiklarna.

Aggressiva interaktioner

I försöket kunde ett betydligt lägre antal aggressiva interaktioner påvisas när korna utfodrades med C-TMR jämfört med TMR. Med vägledning från studierna av Olofsson (1999) och Huzzey *et al.* (2006) kan det sambandet tyda på att konkurrensen om fodret inte var lika hög när C-TMR utfodrades. Vid TMR-utfodringen märktes det under observationerna att korna ville försvara sin plats vid foderbordet. Korna visade det genom att de sänkte huvudet hotfullt mot andra kor, till exempel om kon vid foderplatsen bredvid sträckte sig in på grannkons foderplats för att nå foder, samt stångade på varandra. Vid C-TMR-utfodringen syntes inte dessa beteenden lika frekvent, vilket tyder på att korna inte behövde tävla om de godaste foderpartiklarna på samma sätt.

Ett större antal aggressiva interaktioner inträffade under den första timmen efter utfodringen vilket kan förklaras av att korna då återkom till foderavdelningen från mjölkningen, vilket medförde att fler kor befann sig i foderavdelningen. Tre timmar efter utfodring hade de flesta kor gått för att vila i liggbåsen, vilket kan ses genom att studera det insamlade datamaterialet över kornas tidsbudget (ej publicerad data). Ätaktiviteten var således högre en timme efter utfodring än tre timmar senare, vilket resulterade i att korna konkurrerade mer med varandra genom att trängas vid foderbordet.

En indikation på att utfodring med C-TMR bidrar till en lugnare tillvaro för korna i lösdriften är att korna inte rusar fram till foderbordet när nytt foder läggs ut (Kristensen, 2014). På grund av rådande skötselrutiner där fodret lades ut när korna var vid mjölkningskarusellen kunde inget sådant samband undersökas i det här försöket. Däremot kan hypotesen om ett minskat antal aggressiva interaktioner och minskad konkurrens mellan kor i foderavdelningen besannas då det i försöket visade sig förekomma en lägre frekvens av sådana beteenden då korna utfodrades med C-TMR jämfört med vid utfodring med TMR.

Tidsbudget

Korna i försöket ägnade i medeltal 4,6 timmar per dygn åt att äta, vilket är i paritet med de tre till fem timmar som Grant och Albright (2001) rapporterar i sin sammanställning. Vad gäller skillnad i ättid mellan TMR-behandlingen och C-TMR-behandlingen kunde ingen signifikant skillnad fastställas och därmed måste hypotesen om en kortare ättid vid utfodring av C-TMR förkastas. Dock hade korna med C-TMR i medeltal 20 minuter kortare ättid än de kor som utfodrades med TMR. Det ger en fingervisning om att det sorteringsbeteende som bevisats pågå i TMR-behandlingen kan bidra till en något förlängd ättid, vilket är i linje med den positiva korrelation mellan sortering och ättid som Greter och DeVries (2011) kom fram till.

Ett intressant resultat från försöket var att när korna utfodrades med C-TMR minskade den tid då de stod inaktiva i foderavdelningen. Korna som åt C-TMR stod i medeltal 51,7 minuter per dygn i gången i foderavdelningen medan de som åt TMR stod där i 62,2 minuter. Den skillnaden pekar på att konkurrensen om fodret var större i TMR-gruppen, vilket gjorde att vissa kor stod

och väntade på att få komma fram till foderbordet i större utsträckning. Det resonemanget styrks av att Huzzey *et al.* (2006) fann ett samband mellan längre inaktiv ståendetid i foderbordsgången vid ökad konkurrens om fodret. I det här försöket fanns det i vardera lösdriftsavdelning 32 ätplatser tillgängliga, vilket innebär som mest 1,9 kor per ätplats, att jämföra med det i Sverige tillåtna maxantalet 3 kor per ätplats (SJVFS, 2017:24 8§). Det hade varit intressant att undersöka hur ståendetiden i de båda foderbehandlingarna hade påverkats vid olika beläggningsgrad. Möjligtvis hade man då kunnat komma fram till en punkt då ståendetiden påverkas negativt om TMR utfodras men då ingen skillnad ses vid C-TMR-utfodring. Enligt de resultaten som erhöles i försöket verkar utfodring med C-TMR vara mindre känsligt för konkurrens och därmed kanske en högre beläggningsgrad kan tolereras utan att ha negativ inverkan på kornas tidsbudget vad gäller ståendetid.

Den totala vilotiden, det vill säga den tid då korna låg ned i liggbåsen och antingen idisslade eller inte, var 11,0 timmar per dygn i TMR-behandlingen och 11,6 timmar i C-TMR-behandlingen. Liknande resultat vad gäller vilotid för kor hållna i lösdrift återfinns i litteraturen (Ito *et al.*, 2009; Gomez & Cook, 2010), men om kon själv får bestämma väljer hon att vila mellan 12 och 13 timmar per dygn (Jensen *et al.*, 2005; Munksgaard *et al.*, 2005). Den totala vilotiden skiljde sig inte mellan behandlingarna i det här försöket, men det gjorde däremot den tid då korna endast låg ner och vilade utan att idissla. Korna som utfodrades med C-TMR vilade (utan idissling) i medeltal 45 minuter längre per dygn än vad korna som fick TMR gjorde. Att vila är den aktivitet som kor sägs prioritera högst (Munksgaard *et al.*, 2005). Att korna som åt C-TMR spenderade mer av sin tid på att just vila tyder på att de hade tid över i sin tidsbudget som de kunde avsätta till att vila, i jämförelse med när de utfodrades med TMR. Därmed ser det ut som att den inledande hypotesen om längre vilotid, och ett av grundargumenten för utfodring med C-TMR, infrias.

Den tid som korna observerades idissla var i medeltal för C-TMR-behandlingen 6,8 timmar per dygn respektive 7,1 timmar för TMR-behandlingen. I jämförelse med uppmätta idisslingstider i litteraturen, (7-10 h/dygn som Grant & Albright (2001) presenterar) är den i försöket på den kortare nivån. Den kortaste idisslingstiden som Ternman (2014) uppmätte var 7,6 timmar och då var korna sinlagda. Frågan att ställa sig här är om foderblandningarna i försöket haft ett lågt fiberinnehåll som bidragit till att fodret inte behövdes idisslas så lång tid? Fiberinnehållet i form av NDF rekommenderas vara minst 28 % av ts-innehållet i totalfoderstaten (Spörndly, 2003). En kontrollberäkning av den utfodrade foderstaten visar att totalfoderstaten innehöll 36 % NDF, vilket är över den rekommenderade gränsen. Något som i vissa försök har visat sig ha inverkan på idisslingstiden är andelen långa partiklar i foderblandningen (Sjaastad *et al.*, 2010; Nilsson, 2017). Kanske är det partikelstorleken som ligger bakom de något korta idisslingstiderna, vilket den uppmätta skillnaden, där TMR med högre andel långa partiklar idisslades något längre tid än C-TMR, indikerar. Det finns dock försök där man jämfört effekten av strålängd i simultant skördat ensilage där man ej har sett någon skillnad i idisslingstid, trots mycket stora skillnader i strålängd (Spörndly & Eriksson, 2012). Eller kan det vara så att metoden med direktobservationer var tionde minut för att kartläggning av idissling medfört att tiden korna idisslar har underskattats? När en ko idisslar tuggar hon på varje tugga en stund innan den sväljs och en ny stöts upp. Det kan på grund av det idisslingsmönstret ibland vara svårt att bedöma om en ko håller på att idissla eller inte, särskilt vid observationer på film där varje ko inte kan

studeras från alla vinklar. Kanske hade en längre idisslingstid i försöket kunnat erhållas om man använt någon typ av elektronisk registrering av kornas idissling istället. Med en sådan metod skulle tiden korna var utanför lösdriftsavdelningen i samband med mjölkning också kunnat kartläggas.

Ättiden och den totala ståendetiden skiljde sig signifikant beroende på mätperiod. En möjlig förklaring till att korna ägnade mindre tid till att äta under mätperiod två är att de då var längre in i laktationen och därmed inte hade samma stora energibehov (Friggens *et al.*, 1998). Enligt resultaten från kartläggningen av tidsbudgeten under mätperiod två verkar det som att korna istället för att äta och befinna sig i foderavdelningen valde att stå i gångarna i lösdriften samt stå i liggbåsen och idissla. Likaledes fanns en tendens till att den totala vilotiden i medeltal var kortare under mätperiod två jämfört med mätperiod ett. Dessa resultat lutar åt att kornas vilobehov minskade, vilket är något motsägelsefullt det resultat som Ternman (2014) presenterade. I den studien vilade korna längre tid ju längre laktationen pågick. Noterbart är att korna i Ternmans studie hölls i ensambox och därmed hade de inte lika många valmöjligheter vad gäller aktiviteter att ägna sig åt i jämförelse med vad en grupp kor hållna i lösdrift har. Det är möjligt att laktationsstadie hade en effekt på vilotiden i den här studien och att kornas tidsbudget under mätperiod två därmed inte var lika pressad som under den första mätperioden. Korna fick då mer tid över till att exempelvis socialisera med andra kor och stå vid de roterande borstarna, vilket troligen har en positiv effekt på kors välmående (DeVries *et al.*, 2007). Av dessa tankegångar är det möjligt att den verkan utfodring med C-TMR har på kornas tidsbudget ger störst skillnad i ett tidigt laktationsstadie.

Mjolkproduktion och hull

Inga signifikanta skillnader i vare sig mjölkavkastning eller mjölkens sammansättning kunde kopplas till de två olika behandlingarna i försöket. Ett samband mellan minskad fettavkastning och ökad sortering av långa partiklar har setts i tidigare försök (DeVries *et al.*, 2011; Sova *et al.*, 2013). Hypotetiskt hade det därför kunnat förväntas en högre fettavkastning i mjölken hos korna som utfodrades med C-TMR på grund av att de genom minskad sortering skulle ha ett högre intag av långa partiklar än vid utfodring med TMR. I verkligheten var det ingen skillnad i fettavkastning mellan de olika behandlingsgrupperna. Kanske C-TMR-blandningens lägre ursprungliga innehåll av långa partiklar i jämförelse med TMR-blandningen jämnade ut effekten av att minskad sortering skulle ge högre fettavkastning.

Att det inte kunde påvisas någon skillnad i mjölmängd mellan de olika behandlingarna kan bero på att de två foderstaterna var relativt lika då de baserades på samma fodermedel, det enda som skiljde dem åt ingrediensmässigt var vattnet som tillsattes i C-TMR. Det skulle vara intressant att undersöka huruvida någon skillnad till C-TMRs fördel skulle uppstå om behandlingarna pågick under till exempel en hel laktation, särskilt med tanke på att Kristensen (2014) rapporterat att mjölkavkastningen kan öka med 500 kg ECM per laktation vid ett långsiktigt användande av C-TMR.

Det skulle inte vara helt osannolikt att tänka sig att utfodring med C-TMR skulle kunna ha en indirekt positiv effekt på mjölmängden i och med att försökskornas vilotid ökade i den behandlingsgruppen jämfört med TMR-behandlingen. När kor ligger ned och vilar ökar

nämligen blodgenomströmningen i juvret (Delamaire & Guinard-Flament, 2006), vilket i sin tur ökar mjölkbildningens hastighet (Sjaastad *et al.*, 2010). I ett antal försök har man också kunnat påvisa en positiv korrelation mellan blodgenomströmning i juvret och mjölkproduktion (Kronfeld *et al.*, 1968; Götze *et al.*, 2010; Berger *et al.*, 2016). I Munksgaard och Löwendahls (1993) försök förhindrades kor att ligga ned och vila, vilket resulterade i att korna hade en minskad koncentration av tillväxthormon, som verkar stimulerande på mjölkbildningen (Sjaastad *et al.*, 2010), i blodet. Av detta resonemang kan slutsatsen dras att det finns ett samband mellan blodgenomströmning i juvret, vila och mjölmängd. Hur starkt sambandet är och med hur mycket mjölkproduktionen kan öka om kon ökar sin vilotid verkar dock vara ett smärre utforskat område.

När det gäller minskningen i mjölkproduktion mellan mätperiod ett och två i försöket kan den skillnaden förklaras av att korna befann sig i ett senare laktationsstadium under mätperiod två och således hade en lägre mjölkproduktion.

Under mätperiod ett minskade kornas hullpoäng jämfört med perioden innan försökets början. En teori bakom det är att korna innan försökets början utfodrades med en relativt hög kraftfodergiva, uppåt cirka 13-15 kg/ko och dygn, för att sedan under försöket erhålla en beräknad giva på cirka 10 kg kraftfoder/ko och dygn i fullfoderblandningarna. Att korna sedan hade gått upp i hullpoäng sett från mätperiod ett till dess att mätperiod två avslutades kan bero på att de då producerade en mindre mängd mjölk på grund av att de befann sig längre in i laktationen.

Skillnad i hullpoäng kunde även intressant nog påvisas mellan behandlingarna. När korna utfodrades med TMR minskade de med i medeltal 0,19 hullpoäng medan de ökade 0,13 hullpoäng vid utfodring med C-TMR. Med kännedom om de fördelar som C-TMR sägs innebära för kornas tillvaro vad gäller minskad konkurrens (Kristensen, 2014) kan den signifikanta hullskillnaden ses som en indikation på att C-TMR ökar tillgängligheten till fodret så alla kor i gruppen får större chans att äta ett näringsrikt foder oavsett plats i rangordningen. Samtidigt ökade korna i gruppen med TMR signifikant mer i levande vikt och med denna motsättning mellan behandlingarnas effekt på levande vikten och deras effekt på hullpoängen blir det mycket svårt att dra några raka slutsatser. Värt att nämna är att funktionen för den våg som användes är något tveksam då en del mindre sannolika resultat (som ej använts i beräkningarna) erhöles. Därmed är det troligen mer tillförlitligt att titta på resultaten från hullbedömningarna än från viktmätningarna.

Praktiska implikationer av utfodring med C-TMR

Vad skulle det då i praktiken kunna innebära att införa utfodring med C-TMR i sin besättning? För det första skulle man behöva tänka över hur logistiken kring blandning och blötläggning av fodret skulle kunna gå till. När det här försöket genomfördes var det inte möjligt att utföra den första fasen av blandningsprocessen som Kristensen (2014) förespråkar då den befintliga mixern inte kunde hålla en så stor mängd vatten som behövdes, vilket medförde att vatten istället tillsattes under tiden ensilage och kraftfoder blandades. Om en riktig stöpning genomförts där foderråvaror som exempelvis spannmål och rapskaka legat i blöt över en hel natt är det möjligt att C-TMR-blandningen hade blivit än mer homogen. Men trots allt kunde

en skillnad mellan de två foderblandningarna konstateras och C-TMR gav förväntad effekt på kornas foderbeteende.

Ett av de kanske tyngsta argumenten för C-TMR förutom de potentiella fördelarna som följer med minskat sorteringsbeteende är den arbetstid som lär besparas då utfodring kan ske endast en gång per dygn. Det som talar emot en låg utfodringsfrekvens är farhågor om försämrad våmhälsa (Shabi *et al.*, 1999) och ökade möjligheter till sortering (DeVries *et al.*, 2005; Endres & Espejo, 2010), men med C-TMR borde detta inte vara några problem då fodrets sammansättning hålls konstant över tid, vilket har kunnat påvisas i den här studien.

En annan aspekt att ta hänsyn till i det fall C-TMR skulle utfodras en gång per dygn är risken för varmgång i foderblandningen under framförallt den varmare delen av året. Kristensen (2014) varnar för en minskad lagringsstabilitet i C-TMR då vatten blandas direkt med ensilaget vid foderberedningen. I en studie av lagringsstabiliteten i ensilage vid olika temperaturer fann man att pH steg samt att utvecklingen av jäst- och mögelsvampar i ensilaget eskalerade då temperaturen i omgivningen översteg 20 grader Celsius (Bonnefoy *et al.*, 2009). Ett sätt att öka lagringsstabiliteten i den färdiga foderblandningen så att den håller god kvalitet under ett helt dygn är att grödan vid ensileringen har tillsatts ett ensileringsmedel. Detta kunde Seppälä *et al.* (2012) visa i sin studie av lagringsstabilitet i fullfoderblandningar där ensilaget var behandlat med olika typer av ensileringsmedel. I en TMR-blandning bestående av ensilage med en ts-halt på 22 % som innehöll ett syrabaserat ensileringsmedel uppmättes lagringsstabiliteten till minst 21 timmar, medan en motsvarande TMR-blandning där istället ett saltpreparat tillsatts till ensilaget ansågs lagringsstabil i 34 timmar. Om inget ensileringsmedel tillsatts höll TMR-blandningen i studien sig lagringsstabil i endast 10 timmar. Det kan därmed vara en god idé att överväga användning av ensileringsmedel vid ett koncept med låg utfodringsfrekvens av C-TMR.

Det är möjligt att tänka sig att en låg utfodringsfrekvens innebär en mindre stressad tillvaro för korna, samtidigt finns frågetecken om hur det inverkar på kornas foderintag. Hög utfodringsfrekvens har setts påverka kornas beteende genom att de stimuleras att besöka foderbordet när nytt foder läggs ut och flera utfodringar per dygn borgar därmed för ett högre foderintag jämfört med en lägre utfodringsfrekvens (Hart *et al.*, 2014). Nackdelen är dock den negativa inverkan på kornas tidsbudget, då hög utfodringsfrekvens setts leda till att korna ägnar längre tid åt att stå upp och kortare tid till att ligga ner och vila (Mäntysaari *et al.*, 2006; Mattachini *et al.*, 2017), samt den ökade exponeringen för aggressiva interaktioner i samband med foderintag som följer (Huzzey *et al.*, 2006). Om ett koncept med utfodring av C-TMR en gång per dygn infördes skulle man enligt de försöksresultat som påvisats i det här examensarbetet kunna komma till rätta med de uttalade nackdelarna med aggressiva interaktioner som kan förekomma vid utfodring med TMR. Dessutom verkar det som att C-TMR har positiv inverkan på kornas tidsbudget då korna i högre grad vilar än står inaktiva i foderavdelningen.

I det genomförda försöket var det ett likartat antal förstakalvare respektive äldre kor i de båda försöksgrupperna. Det är känt att förstakalvare på grund av sin ålder och vanligen mindre kroppsstorlek oftast står lägre i rang och därmed är mer utsatta för aggressiva interaktioner vid foderbordet (Coppock, 1977). Att utfodra med C-TMR skulle kunna innebära en lättare tillvaro

för förstakalvare då de inte riskerar att bli undanträngda av äldre mer dominanta kor i samma utsträckning då konkurrensen om fodret antas minska. Det skulle då ge förstakalvarna chans att öka sitt foderintag och därmed även sin mjölkproduktion. Huruvida den hypotesen stämmer undersöktes inte närmare i det här försöket, men resultaten tyder på att potentialen finns till en ökad djurvälstånd för en sådan grupp av kor.

Slutsats

Skillnader i kornas ätbeteende vad gäller sortering och förekomsten av aggressiva interaktioner vid foderbordet kunde konstateras mellan de olika behandlingarna C-TMR och TMR. I försöket uppvisade korna färre antal sorteringbeteenden när de åt av C-TMR-blandningen jämfört med TMR-blandningen. Anledningen till det kan vara att C-TMR bestod av en lägre andel långa partiklar samtidigt som dess torrsbstanshalt var lägre än den traditionella TMR-blandningen. C-TMR var således mer homogen vilket gjorde det svårt för korna att sortera ut enskilda partiklar.

Vid kartläggning av kornas tidsbudget kunde ingen skillnad i ättid mellan behandlingarna påvisas, men korna som utfodrades med TMR ägnade längre tid åt att stå inaktiva i foderavdelningen jämfört med vid utfodring med C-TMR. Det sistnämnda resultatet, tillsammans med det faktum att ett mer frekvent aggressivt beteende mellan korna kunde påvisas vid utfodring av TMR, tyder på att konkurrensen om fodret var större där än vid utfodring med C-TMR.

En hypotes som infriades var att kor ägnar mer tid åt att vila vid utfodring med C-TMR, vilket antyder att kornas tidsbudget inte blir lika pressad som vid utfodring av TMR. Däremot kunde försöket inte påvisa några skillnader mellan behandlingarna i kornas mjölkproduktion. Det är dock möjligt att skillnad skulle kunna uppstå på längre sikt till följd av att C-TMR ökar tillgängligheten till foder och bidrar till en lättare tillvaro för enskilda kor som därmed har chans att öka sitt foderintag. Till följd av det skulle en högre mjölkproduktion överlag i besättningen kunna uppnås.

Litteraturförteckning

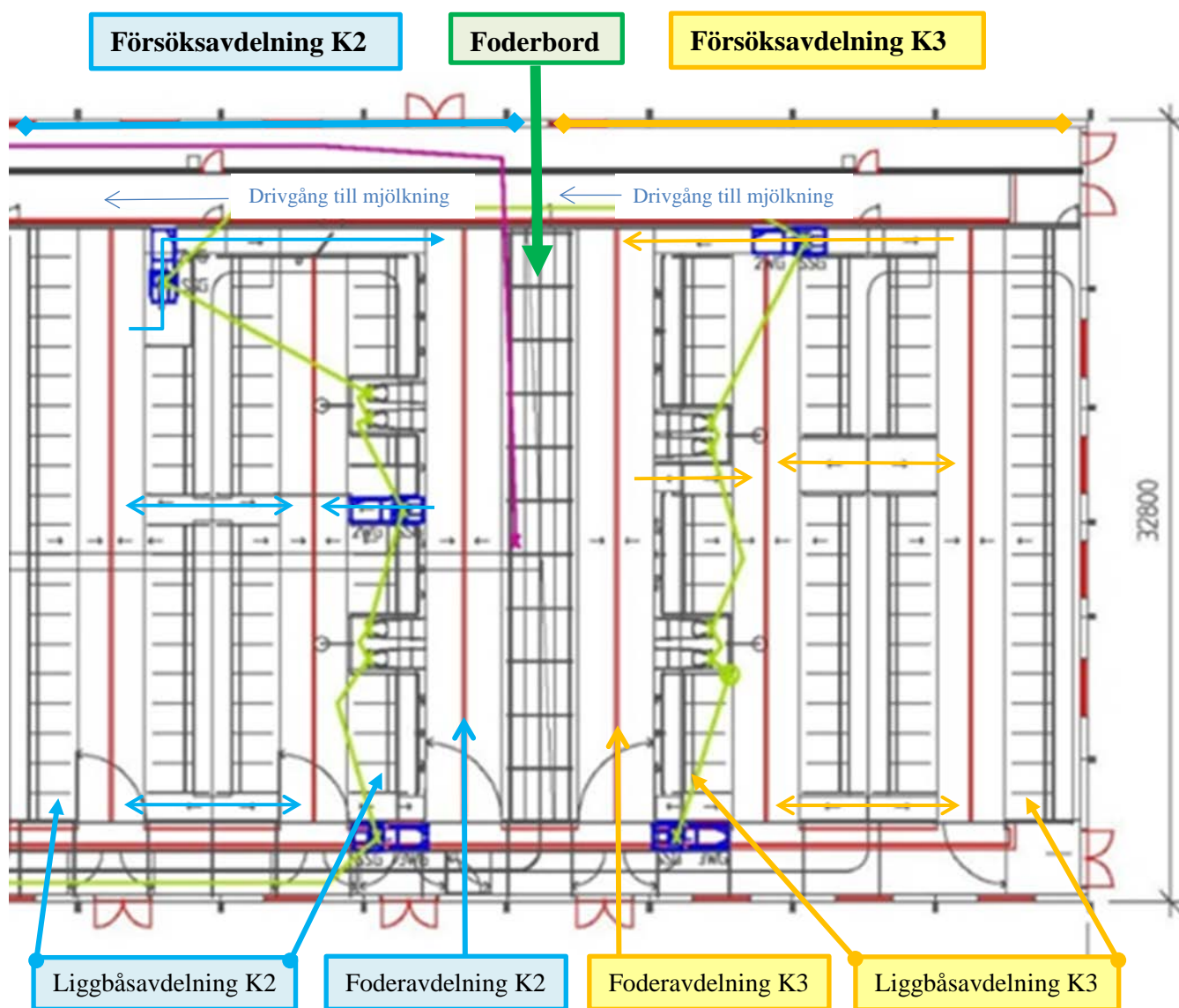
- Albright, J. L. (1993). Nutrition, feeding, and calves. Feeding behavior of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, vol. 76, ss. 485-498.
- Azizi, O., Hasselmann, L. and Kaufmann, O. (2010). Variations in feeding behaviour of high-yielding dairy cows in relation to parity during early to peak lactation. *Archiv Tierzucht*, vl. 53, ss. 130-140.
- Berger, H., Lietzau, M., Tichy, A. and Herzog, K. (2016). Investigations of mammary and uterine blood flow in relation to milk yield, postpartum disease, and pregnancy result in dairy cows. *Theriogenology*, vol. 86, ss. 1906-1912.
- Bonnefoy, J. C., Boudra, H. and Doreau, M. (2009). A decrease in silage distribution frequency: its effect on feed quality. *Renc. Rech. Ruminants*, vol. 16, ss. 63.
- Bowman, G. R., Beauchemin, K. A. and Shelford, J. A. (2003). Fibrolytic enzymes and parity effects on feeding behavior and ruminal pH of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 86, ss. 565-575.
- Caccamo, M., Ferguson, J. D., Veerkamp, R. F., Schardt, I., Petriglieri, R., Azzaro, G., Pozzebon, A. and Licitra, G. (2014). Association of total mixed ration particle fractions retained on the Penn State Particle Separator with milk, fat, and protein yield lactation curves at the cow level. *Journal of Dairy Science*, vol. 97, ss. 2502-2511.
- Coppock, C. E. (1977). Feeding methods and grouping systems. *Journal of Dairy Science*, vol. 60, ss. 1327-1336.
- Dado, R. G. and Allen, M. S. (1994). Variation in and relationships among feeding, chewing and drinking variables for lactating dairy cows. *Journal of dairy Science*, vol. 77, ss. 132-144.
- Delamaire, E. and Guinard-Flament, J. (2006). Increasing milking intervals decreases the mammary blood flow and mammary uptake of nutrients in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 89, ss. 3439-3446.
- DeVries, T. J. and von Keyserlingk, M. A. G. (2005). Time of feed delivery affects the feeding and lying patterns of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 88, ss. 625-631.
- DeVries, T. J., von Keyserlingk, M. A. G. and Beauchemin, K. A. (2005). Frequency of feed delivery affects the behavior of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 88, ss. 3553-3562.
- DeVries, T. J., Vankova, M., Veira, D. M. and von Keyserlingk, M. A. G. (2007). Short communication: Usage of mechanical brushes by lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 90, ss. 2241-2245.
- DeVries, T. J., Dohme, F. and Beauchemin, K. A. (2008). Repeated ruminal acidosis challenge in lactating dairy cows at high and low risk for developing acidosis: feed sorting. *Journal of Dairy Science*, vol. 91, ss. 3958-3967.
- DeVries, T. J., Holtshausen, L., Oba, M. and Beauchemin, K. A. (2011). Effect of parity and stage of lactation on feed sorting behavior of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 94, ss. 4039-4045.
- Endres, M. I. and Espejo, L. A. (2010). Feeding management and characteristics of rations for high-producing dairy cows in freestall herds. *Journal of Dairy Science*, vol. 93, ss. 822-829.
- Felton, C. A. and DeVries, T. J. (2010). Effect of water addition to a total mixed ration on feed temperature, feed intake, sorting behavior, and milk production of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 93, ss. 2651-2660.

- Fish, J. A. and DeVries, T. J. Short communication: Varying dietary dry matter concentration through water addition: effect on nutrient intake and sorting of dairy cows in late lactation. (2012). *Journal of Dairy Science*, vol. 95, ss. 850-855.
- Forbes, M. J. and Kyriazakis, I. (1995). *Food preference in farm animals: why don't they always choose wisely?* Proceedings of the Nutrition Society 54, ss. 429-440.
- Fregonesi, J. A., Tucker, C. B. and Weary, D. M. (2007). Overstocking reduces lying time in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 90, ss. 3349-3354.
- Friggens, N. C., Nielsen, B. L., Kyriazakis, I., Tolkamp, B. J. and Emmans, G. C. (1998). Effects of feed composition and stage of lactation on the short-term feeding behavior of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 81, ss. 2368-3277.
- Galindo, F. and Brooom, D. M. (2000). The relationships between social behaviour of dairy cows and the occurrence of lameness in three herds. *Research in Veterinary Science*, vol. 69, ss. 75-79.
- Gibbons, J. M., Lawrence, A. B. and Haskell, M. J. (2009). Consistency of aggressive feeding behaviour in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 121, ss. 1-7.
- Gomez, A. and Cook, N. B. (2010). Time budgets of lactating dairy cattle in commercial freestall herds. *Journal of Dairy Science*, vol. 93, ss. 5772-5781.
- Grant, R. J. and Albright, J. L. (2001). Effect of animal grouping on feeding behavior and intake of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, vol. 84, ss. 156-163.
- Greter, A. M. and DeVries, T. J. (2010). Effect of feeding amount on the feeding and sorting behaviour of lactating dairy cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, vol. 91, ss. 47-54.
- Gustafsson, M. (2009). Arbetstid i mjölkproduktionen. Uppsala: JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik (JTI-rapport Lantbruk & Industri 379).
- Götze, A., Honnens, A., Flachowsky, G. and Bollwein, H. (2010). Variability of mammary blood flow in lactating Holstein- Friesian cows during the first twelve weeks of lactation. *Journal of Dairy Science*, vol. 93, ss. 38-44.
- Hart, K. D., McBride, B. W., Duffield, T.F. and DeVries, T. J. (2014). Effect of frequency of feed delivery on the behavior and productivity of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 97, ss. 1713-1724.
- Heinrichs, J. and Kononoff, P. (2002). *Evaluating particle size of forages and TMRs using the New Penn State Forage Particle Separator*. Pennsylvania: The Pennsylvania State University.
- Hulsen, J. (2015). *Kosignaler med betesdrift*. Nederländerna: Roodbont Publishers B.V.
- Huzzey, J. M., DeVries, T. J., Valois, P. and von Keyserlingk, L. M. A. G. (2006). Stocking density and feed barrier design affect the feeding and social behavior of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, vol. 89, ss. 126-133.
- Ito, K., Weary, D. M. and von Keyserlingk, M. A. G. (2009). Lying behavior: assessing within- and between-herd variation in free-stall-housed dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 92, ss. 4412-4420.
- Jensen, M. B., Pedersen, L.J. and Munksgaard, L. (2005). The effect of reward duration on demand functions for rest in dairy heifers and lying requirements as measured by demand functions. *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 90, ss. 207-217.

- Ketelaar-de Lauwere, C. C., Hendriks, M. M. W. B., Zondag, J., Ipema, A. H., Metz, J. H. M. and Noordhuizen, J. P. T. M. (2000). Influence of routing treatments on cows' visits to an automatic milking system, their time budget and other behaviour. *Acta Agriculturae Scandinavica*, Section A – Animal Science, vol. 50:3, ss. 174-183.
- Konggaard, S. P. and Krohn, C. C. (1978). Performance of first-calf heifers in two different grouping systems. *Rep. Nat. Inst. Anim. Sci.* Copenhagen, Denmark. I: Grant, R. J. and Albright, J. L. (2001). Effect of animal grouping on feeding behavior and intake of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, vol. 84, ss. 156-163.
- KRAV. (2018). *Regler för KRAV-certifierad produktion utgåva 2018*. Växjö: KRAV.
- Kristensen, N. B. (2014). *Implement compact TMR to increase productivity, feed efficiency and health in dairy herds*. Århus: Seges. Tillgänglig: <https://www.landbrugsinfo.dk/Kvaeg/Foder/KMP/Sider/Implement-Compact-TMR-to-increase-productivity-feed-efficiency.pdf?download=true>. [2017-09-12]
- Kriszan, S. (2017). Fodervärdering. Umeå: Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, Sveriges Lantbruksuniversitet. Tillgänglig: [https://fronter.com/slu/links/files.phtml/209852516\\$418307021\\$/Arkiv/J.+Foderv_percent_E4rdering+_percent_28SK_percent_29/Foderv_percent_E4rdering+PPT+1+bild.pdf](https://fronter.com/slu/links/files.phtml/209852516$418307021$/Arkiv/J.+Foderv_percent_E4rdering+_percent_28SK_percent_29/Foderv_percent_E4rdering+PPT+1+bild.pdf) [2017-09-07]
- Kronfeld, D. S., Raggi, F. and Ramberg Jr., C. F. (1968). Mammary blood flow and ketone body metabolism in normal, fasted, and ketotic cows. *American Journal of Physiology*, vol. 215, ss. 218-227.
- Leonardi, C. and Armentano, L. E. (2003). Effect of quantity, quality, and length of alfalfa hay on selective consumption by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 86, ss. 557-564.
- Leonardi, C., Giannico, F. and Armentano, L. E. (2005). Effect of water addition on selective consumption (sorting) of dry diets by dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, vol. 88, ss. 1043-1049.
- Lindström, T. (2000). *Feeding behaviour in dairy cows*. Diss. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.
- Martin, P. and Bateson, P. (2007). *Measuring behaviour – an introductory guide*. Third edition. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mattachini, G., Bava, L., Sandrucci, A., Tamburini, A., Riva, E. and Provolo, G. (2017). Effects of feed delivery frequency in different environmental conditions on time budget of lactating cows. *Journal of Dairy Research*, vol. 84, ss. 272-279.
- Miller-Cushon, E. K. and DeVries, T. J. (2017). Short communication: Associations between feed push-up frequency, feeding and lying behavior, and milk yield and composition of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 100, ss. 2213-2218.
- Munksgaard, L. and Lovendahl, P. Effects of social and physical stressors on growth hormone levels in dairy cows. (1993). *Canadian Journal of Animal Science*, vol.73, ss. 847-853.
- Munksgaard, L., Jensen, M. B., Pedersen, L. J., Hansen, S. W. and Matthews, L. (2005). Quantifying behavioural priorities – effects of time constraints on behaviour of dairy cows, *Bos taurus*. *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 92, ss. 3-14.
- Mäntysaari, P., Khalili, H. and Sariola, J. (2006). Effect of feeding frequency of a total mixed ration on the performance of high-yielding dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 89, ss. 4312-4320.

- Nilsson, M. (2017). *Mjölkkor*. Stockholm: BMM förlag.
- Olofsson, J. (1999). Competition for total mixed diets fed for *ad libitum* intake using one or four cows per feeding station. *Journal of Dairy Science*, vol. 82, ss. 69-79.
- Phillips, C. J. C. and Rind, M. I. (2001). The effects of frequency of feeding a total mixed ration on the production and behavior of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 84, ss. 1979-1987.
- Provenza, F. D. and Balph, D. F. (1987). Diet learning by domestic ruminants: theory, evidence and practical implications. *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 18, ss. 211-232.
- Schingoethe, D. J. (2017). A 100-year review: total mixed ration feeding of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 100, ss. 10143-10150.
- Seppälä, A., Heikkilä, T., Mäki, M. and Rinne, M. (2012). The aerobic stability of total mixed ration can be managed by silage additive. I: Kuoppala, K., Rinne, M. and Vanhatalo, A. (red.). *Proceedings of XVI International Silage Conference*. Hämeenlinna, Finland, 2-4 July 2012: MTT Agrifood Research Finland University of Helsinki.
- Shabi, Z., Bruckental, I., Zamwell, S., Tagari, H. and Arieli, A. (1999). Effects of extrusion of grain and feeding frequency on rumen fermentation, nutrient digestibility, and milk yield and composition in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 82, ss. 1252-1260.
- Sjaastad, V. O., Sand, O. and Hove, K. (2010). *Physiology of domestic animals*. Second edition. Oslo: Scandinavian veterinary press.
- Sjaunja, L-O., Baevre L., Junkkarinen, L., Pedersen, J. and Setälä, J. (1990). *A nordic proposal for an energy corrected milk (ECM) formula*. 26th session of the International Committee for Recording the Productivity of Milk Animals (ICRPMA).
- SJVFS 2017:24. *Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd om nötkreaturshållning inom lantbruket m.m.* Jönköping: Statens jordbruksverk.
- Sova, A. D., LeBlanc, S. J., McBride, B. W. and DeVries, T. J. (2013). Associations between herd-level feeding management practices, feed sorting, and milk production in freestall dairy farms. *Journal of Dairy Science*, vol. 96, ss. 4759-4770.
- Spörndly, R. (2003). *Fodertabeller för idisslare 2003*. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.
- Spörndly, R. and Eriksson, T. (2012). The influence of physical structure of silage on rumen metabolism, feed intake and milk production in dairy cows. I: Kuoppala, K., Rinne, M. and Vanhatalo, A. (red.). *Proceedings of XVI International Silage Conference*. Hämeenlinna, Finland, 2-4 July 2012: MTT Agrifood Research Finland University of Helsinki.
- Ternman, E. (2014). *Sleep in dairy cows*. Diss. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.
- Tucker, C. B. (2009). Behaviour of cattle. I: Jensen, P. (red). *The ethology of domestic animals*. 2nd. Edition. Great Britain: CAB International.

Bilaga 1: Planritning över lösdrifterna



Bilaga 2: Etogram

2.1 Aggressiva interaktioner

Kartläggning av kornas aggressiva interaktioner vid foderbordet.

Observationsmetod: Beteendesampling

Registreringsmetod: Kontinuerlig registrering

Aggressiva beteenden – kon som utför dessa kallas aktör. Kon som blir utsatt för aggressivt beteende kallas mottagare.

Beteende	Definition
Sänka huvudet	Aktören sänker huvudet och/eller stångar i luften i riktning mot en annan ko
Stånga	Aktören använder huvudet för att stånga på en annan kos huvud eller kropp
Knuffa	Aktören använder någon kroppsdel (ej huvudet) för att knuffa undan en annan ko
Tränga sig	Aktören tränger sig in mellan två kor som står vid foderbordets ätplatser
Bulldoze	Aktören tar sig kraftfullt fram till en ätplats genom att få alla kor som står i hennes väg att flytta sig
Blockera	Aktören använder sin kropp för att förhindra att andra kor kommer fram till foderbordet
Fight	Mottagaren av en aggression svarar med att attackera aktören varvid flertalet stångningar och knuffar utbyts mellan de två korna

2.2 Sorteringsbeteende

Observation av kornas ätbeteende.

Observationsmetod: Beteendesampling

Registreringsmetod: Kontinuerlig registrering

Beteende	Definition
Gräver	Kon använder mulen för att föra undan foder så att det bildas en grop
Äter underifrån	Kon äter från de undre lagren av foderhögen
Äter i sidled	Kon sträcker på halsen för att nå foder längre bort
Kastar foder	Kon tar tag i foder och slänger med huvudet så att foderpartiklar far upp i luften

2.3 Tidsbudget

Undersökning av kornas tidsbudget.

Observationsmetod: Scan sampling


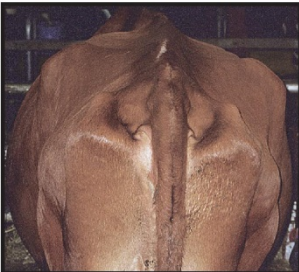



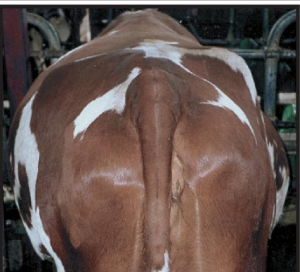

Registreringsmetod: Momentan tidsregistrering

Definitioner av kornas dagliga aktiviteter:

Aktivitet	Definition
Äter	Kon står vid en ätplats vid foderbordet med huvudet innanför fodergrinden
Vilar	Kon ligger ner i ett liggbås
Står i gång foderavdelning	Kon står på gången vid foderbordet och har inte huvudet innanför fodergrinden
Står i gången	Kon står på en av gångarna i lösdriften (ej i foderavdelningen)
Står i liggbåset	Kon står i ett liggbås med minst två klövar
Dricker	Kon dricker vatten
Mjölkas	Kon har hämtats till mjölkning
Idisslar	Kon utför tuggrörelser utan att inta nytt foder

Bilaga 3: Hullvärderingsschema

Holdvurderingsskjema for NRF-kyr

	Holdpoeng 2,0	Holdpoeng 2,5	Holdpoeng 3,0
			
Rygg/rygg takker	Hver enkelt ryggtakk tydelig	Skarp, utstående rygglinje	Noe avrundet rygglinje
Området mellom ryggtakker og sidetakker	Tydelig innsunket	Tydelig konkav bue	Lett konkav bue
Hoftekroker og setebeinsknoker	Utstående og tydelig kantete	Noe utstående og litt kantete	Jevne, ikke kantete
Halegropa	Framstående knokler, U-formet rom under halerota	Uthulet, men tendens til fettavleiring	Avrundede knokler, grunn halegrop med noe fettavleiring
	Holdpoeng 3,5	Holdpoeng 4,0	Holdpoeng 4,5
			
Rygg/rygg-takker	Avrundet rygglinje, rygg-takkene er ikke tydelige	Flat, ingen ryggtakk tydelig	Flat, tydelig fettlag
Området mellom ryggtakker og sidetakker	Svak konkav bue, nesten jevn helling	Nesten flat	Svak konveks bue
Hoftekroker og setebeinsknoker	Tildekket med noe fett	Avrundet med fett	Betydelig fettfylde
Halegropa	Avrundede knokler, grunn halegrop med tydelige fettavleiring	Avrundet, utfyllt med fett. Antydning til vevsfold ved halefeste	Knokler tildekket, gjemt i fett, tydelige vevsfolder